

# FMEA COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA INNOVACIÓN

Elena Estefanía López Hurtado<sup>1</sup>, M.I.I. Aarón Montiel Rosales<sup>2</sup>,  
M.I.I. Luis Fernando Villanueva Jiménez<sup>3</sup> y M.I.I. Nayeli Montalvo Romero<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente trabajo, aborda el desarrollo en el diseño de un producto que satisface cierta necesidad. Se parte de la generación de una idea creativa sobre la que se incrementa valor, a través de la implementación de herramientas de análisis, tales como la lluvia de ideas, análisis FODA, diagrama de Ishikawa. Posteriormente, con la finalidad de desarrollar un nuevo producto innovador y robusto en términos de calidad, es implementada una *Innovation Support Technique* (IST) denominada *Failure Mode Effects Analysis* (FMEA). Con la implementación del FMEA al diseño, se obtiene una evolución significativa sobre el diseño del producto. El análisis en el presente estudio demuestra que el FMEA como IST, elimina las fallas del producto desde el diseño, reduciendo o en el mejor de los casos eliminando los rediseños y las pérdidas asociadas de lanzar al mercado un producto que no cumple con los requerimientos del cliente y la calidad funcional.

**Palabras clave**—creatividad, innovación, desarrollo de nuevos productos, FMEA.

## Introducción

El Desarrollo de Nuevos Productos (NPD, *New Product Development*) de bienes y/o servicios, se ha convertido en la actualidad un factor de diferenciación entre las empresas que buscan incorporarse, mantenerse y/o crecer en el mercado. El consumidor/usuario contemporáneo no solo demanda que se satisfagan las necesidades a través de la funcionalidad del insumo/servicio que adquiere, sino desea un producto “único”. He de aquí la importancia de desarrollar productos innovadores; que desde la perspectiva del cliente y empresa, se provea de un producto “ideal”.

Según Urabe *et al.*, (1988), Mars *et al.*, (2013) y Vaughan (2013) el proceso de innovación implica crear cambios radicales a un producto. Un cambio radical sin lugar a dudas implicará obtener un margen competitivo. Se distinguen dos tipos de innovación: de producto y proceso [(Mars, 2013, pp. 9) y (Talukder, 2014, pp. 32)]. El presente trabajo aborda la innovación en producto, bajo el enfoque de que “... el desarrollo de un producto innovador puede ser guiado con un concepto: idealidad” (Montiel y Montalvo, 2012). El proceso de innovación puede iniciar desde la idealización o a partir de un producto/servicio existente.

En la actualidad la innovación, está fungiendo como una alternativa altamente viable en la generación de brechas competitivas, tal y como lo muestra [(Mitchell y Coles, 2003), (Ireland y Webb, 2007), (Best, 2001), (Lengnick-Hall, 1992), (Weerawardena y Sullivan-mort, 2001), (Weerawardena y Mavondo, 2011) y (Mukundan, 2006)].

Las Técnicas de Apoyo a la Innovación (IST, *Innovation Support Techniques*) proporcionan un soporte al proceso de toma de decisiones en el NPD. Algunas IST son el *Quality Function Deployment* (QFD), el *Focus Group* (FG), la *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ), el *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA); estas técnicas se muestran en Akao (1990), Steward *et al.* (2007) Altshuller (1997), McDermott (2008), respectivamente. En (Silverstein, 2009) se describen más IST.

Algunos avances del FMEA, como IST son presentados por (Lan *et al.*, 2001), (Kumar *et al.*, 2011) y (Teng y Ho, 1995).

Actualmente, el FMEA se ha posicionado como una excelente herramienta para mejorar un producto. En diseño, permite evaluar a partir de una idea conceptual inicial los modos en los que el producto puede fallar, y los efectos que estos pueden tener sobre el producto, antes de que éste se manufacture. Es por ello, que en el presente estudio se muestra el potencial de la herramienta FMEA como ITS en el NPD. El producto sobre el cual se desenvuelve el estudio, es un *brassiere* con características especiales y particulares, que satisface los requerimientos en las variables morfológicas y antropométricas, del cliente final.

El estudio se presenta en tres etapas, (a) una idea inicial, generada a partir de un ejercicio mental que satisface una necesidad, (b) idea mejorada, concebida sobre la idea inicial aplicando herramientas de generación de ideas, y (c)

<sup>1</sup> Elena Estefanía López Hurtado es Alumna de la Licenciatura en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Purísima del Rincón, Guanajuato-México [ztfannyahurtado@gmail.com](mailto:ztfannyahurtado@gmail.com)

<sup>2</sup> El M.I.I. Aarón Montiel Rosales es Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Purísima del Rincón, Guanajuato-México [amontiel@tecpurisima.edu.mx](mailto:amontiel@tecpurisima.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>3</sup> El M.I.I. Luis Fernando Villanueva Jiménez es Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Purísima del Rincón, Guanajuato-México [lfervillanueva@tecpurisima.edu.mx](mailto:lfervillanueva@tecpurisima.edu.mx)

<sup>4</sup> La M.I.I. Nayeli Montalvo Romero es Graduada de la Maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba, Veracruz-México [nayelimontalvor@hotmail.com](mailto:nayelimontalvor@hotmail.com)

idea innovadora, formada de la idea mejorada y de la implementación del FMEA. Los resultados obtenidos son prometedores.

### Descripción del Método

Con la finalidad de obtener un diseño robusto, se propone un proceso de diseño en tres etapas:

#### Primera etapa: idea inicial

Implica la generación de la idea conceptual inicial que satisface una necesidad.

- Planteamiento del problema. El *brassiere*, es un producto de ropa interior femenino que permite ceñir el pecho. Se estima que de las mexicanas, el 80%, emplean una tala de *brassiere* impropio. Utilizar una talla inadecuada genera incomodidad, irritación, estrés, dolor de espalda, presencia de hongos, por mencionar algunos factores.

Las mujeres con pecho significativo suponen que son de espalda ancha, y en contraparte, las mujeres con pecho no significativo consideran que son de espalda angosta; esto origina que las mujeres no identifiquen de manera adecuada la talla y copa, deseada. Típicamente, las mujeres con pecho significativo, desean un *brassiere* que contraiga el pecho para disminuir el volumen; y las mujeres con pecho no significativo, desean un *brassier* que aumente el volumen del pecho.

- Idea primitiva. A partir de la problemática identificada y tomando en consideración la función principal que debe cumplir el *brassiere* (ceñir), se procede a generar una idea conceptual inicial que satisfaga las necesidades detectadas.

Las mujeres presentan problemas al hacer la adquisición de *brassieres*; la anatomía humana es variante, *i.e.*, cada persona posee diversas dimensiones y las empresas manufactureras de éste producto elaboran sobre un estándar. Aunado a lo anterior, la mujer busca un producto que contraiga o aumente el pecho, con respecto a sus requerimientos.

Analizada la problemática y la función principal que debe desempeñar el producto, se inicia un proceso de generación de un diseño conceptual que satisfagas las necesidades del cliente y que, al mismo tiempo, cumpla con la función principal. Es por ello, que se idealiza un “*brassiere* universal”, que permita adecuarse a diferentes tallas y copas.

#### Segunda etapa: idea mejorada

Implica agregar valor a la idea, a través, de técnicas de generación de ideas para robustecer el diseño conceptual obtenido de la etapa anterior.

- Lluvia de Ideas. Se implementa la técnica con el objetivo de retroalimentar el diseño conceptual inicial (véase Figura 1), identificando áreas de oportunidad.

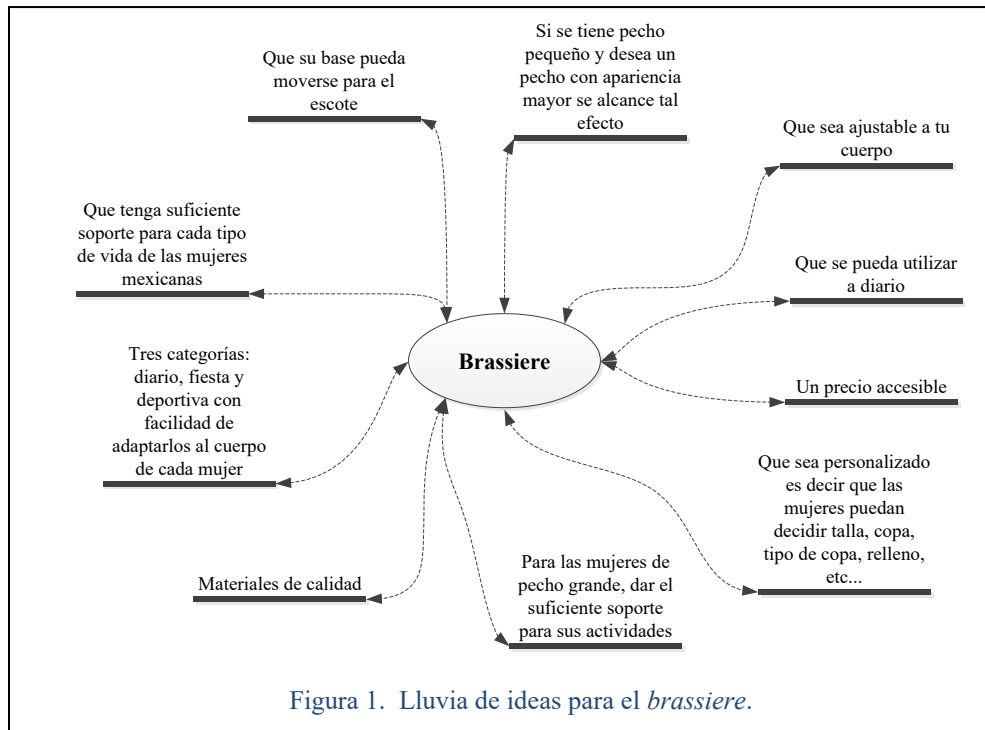


Figura 1. Lluvia de ideas para el *brassiere*.

- Matriz FODA. Con la finalidad de aumentar la calidad de la idea conceptual, aunado a la implementación de la Técnica de la Lluvia de Ideas se desarrolla la Matriz FODA para el producto (ver Figura 2), la cual, permite analizar las diversas capacidades del diseño del producto, y al mercado.

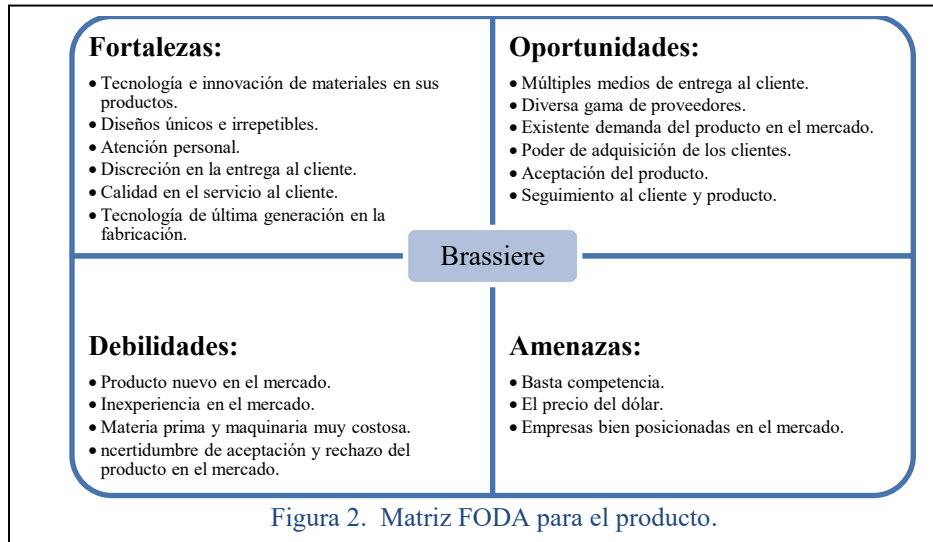


Figura 2. Matriz FODA para el producto.

*Tercera etapa: idea innovadora*

Comprende el uso del FMEA como IST, para evolucionar el diseño conceptual del producto, obtenido en la segunda fase.

Es empleado el FMEA, sobre el diseño del producto a fin de generar un *brassiere* innovador (ver Figura 3). El FMEA en el NPD, bajo el enfoque de generación del producto innovador, provee un análisis de las fallas del producto en el diseño, antes de su comercialización.

AMEF																
NOMBRE DEL F M E A : Diseño				Fecha de inicio: 08 / sep / 2017	Fecha de terminación:	Tipo de FMEA: Diseño		Dpto. Responsable: IIND-ETSPR								
Versiones: 01				Próxima revisión:			Editor: ME Aurora Montiel Rosales									
Participantes: Elena Estefanía López Hurtado, Aaron Montiel Rosales, Nayeli Montalvo Romero, Luis Fernando Villanueva Jiménez											Fecha de última act:					
Proceso	Fallo Potencial	Efecto ó consecuencia potencial	Causas	Medida actual	G	O	D	IPR	Medida recomendada	Responsable / Plano	Medida recomendada	O	G	D	IPR	Grado de ejecución
Broche	Tamaño del broche	Marcas o daños en la piel	Selección del broche no adecuado, mala especificaciones	Mayor especificaciones, o en su defecto poner una tela debajo para evitar daños en la piel	4	9	1	36	Establecer medidas de broches							
	Soporte	Se desabrochan causando incomodidad	Errores en el proceso de fabricación	Colocar un extra de refuerzo	5	8	10	400	Establecer el tipo de broche							
Tirantes	Doblezas	Marcas en la piel	Material y el movimiento del cuerpo	Tirantes ergonómicos	3	9	10	270	Diseño adecuado a cada estilo							
Relleno (esponja)	Deformación	Se muestra una mala estética	Mala calidad en insumos	Utilizar látex en lugar de esponja para evitar malformaciones	6	8	10	480	Diseño de relleno con látex							
Varilla	Se sale	Daña los pechos de las mujeres causando contusiones	Errores en el proceso de fabricación	Colocar refuerzos en los extremos	6	6	10	360	Establecer medidas idóneas							
	Soporte	Desgarros en pechos	Medidas inadecuadas, así como la presión que se ejerce en el cuerpo	Especificar como se debe tomar las medidas para dar el soporte adecuado	5	7	2	70	Establecer medidas idóneas							
	Rigidez	Daña los pechos de las mujeres causando contusiones	Material	Emplear un plástico en lugar de acero	3	9	2	54	Establecer medidas idóneas							
Tela	Poligénica	Puede llegar a causar enfermedades en la piel tales como irritaciones o alergias	Piel más seca, en el caso de las alergias al ser tan infrecuentes no existe patrón	Definir tipo de tela	9	8	10	720	Analizar diferentes tipos de tela							
	Propiedades físicas	No estira lo suficiente dejando marcas en la piel así como incomodidad, y dolor	Mala selección, así como malas especificaciones	Realizar pruebas para encontrar las propiedades necesarias	3	8	2	48	Establecer estándares de las propiedades requeridas							
Costura	Grosor de costura	Demasiada presión dejando marcas en la piel así como incomodidad, y dolor	Errores en el proceso de fabricación	Realizar costuras delgadas y resistentes	5	8	2	80	Establecer medidas idóneas							
Espalda	O muy gruesos o muy delgado	Sacar "gorditos"	Medidas inadecuadas	La espalda se puede cambiar de acuerdo a la ropa y al cuerpo de la persona para evitar los firmosos gorditos	6	9	2	108	Establecer medidas idóneas							

Figura 3. AMEF desarrollado para el diseño del *brassiere*.

La metodología del FMEA utilizada en el presente trabajo para el desarrollo de la idea conceptual, es la mostrada por Hsiao (2002, pp. 46):

- Identificar las funciones de las partes. Se descompone el producto en partes (broche, tirantes, relleno, varilla, tela, costura, espalda) y se analizan las funciones principales con las que debe cumplir.
- Investigar las razones de un funcionamiento inadecuado. Cada una de las partes se analiza a fin de identificar como pueden fallar (*e.g.* el broche, puede fallar debido a la tipología del seguro).
- Analizar el grado de influencia y seleccionar los factores clave. Son analizadas las consecuencias y causas, para cada una de las partes del diseño conceptual (*e.g.* el broche del *brassiere* puede generar marcas o daños en la piel, causados por la inadecuada selección del tipo de broche, así como las especificaciones dimensionales).
- Proponer la estrategia de mejora de los factores clave seleccionados. Para cada áreas de oportunidad, se establecen estrategias para eliminar las fallas encontradas (*e.g.* para el broche, establecer dimensiones y morfologías ergonómicas).

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

La concepción de una idea conceptual innovadora a partir de las tres etapas propuestas, es satisfactoria. El estudio muestra que el producto será para mujeres mexicanas de 12 años en adelante con un estatus socioeconómico medio, medio alto y alto. El diseño conceptual del *brassiere* implica, un producto personalizado de tirantes y espalda con el suficiente soporte para cada tipo de cuerpo, aunado a un sistema de relleno que regule el volumen de incremento o decremento en pecho “aparente”.

#### *Conclusiones*

Innovar, es la meta hoy en día. Proveer un producto que no solo cumpla con la función principal, sino que también satisfaga por encima las expectativas de cliente, es el reto de las empresas competitivas.

En el trabajo presentado, se propone una metodología satisfactoria en tres fases que robustece una idea conceptual, desde la concepción de la idea primitiva hasta la concepción de una idea innovadora. Es el FMEA la IST empleada para el NPD en éste trabajo, que permite eliminar las fallas del producto desde la idea conceptual, reduciendo con ello los costos y tiempos asociados a los rediseños que se generarían sí sólo se lanza la idea inicial al mercado.

### Referencias

- Akao, Y. “Quality Function Deployment; Integrating Customer Requirements into Product Design”, *New York: Productivity Press*, 1990.
- Altshuller, G. “40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation”, *USA: Technical Innovation Center, Inc.*, 1997.
- Best, M. H. “The New Competitive Advantage: The Renewal of American Industry”, *Oxford: Oxford University Press*, 2001.
- Hsiao, S. W. “Concurrent Design Method for Developing a New Product”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier, 29, 2002, pp. 41-55.
- Ireland, R. D. y Webb, J. W. “Strategic entrepreneurship: Creating competitive advantage through streams of innovation”, *Business Horizons*, Elsevier, 50(1), January–February 2007, pp. 49-59.
- Kumar, A., Pandel, P., Poonia, M. P. y Jethoo, “FMEA: Methodology, Design and Implementation in a Foundry”, *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3(6), Junio 2011, pp. 5288-5297.
- Lam, A., Sherwood, M. y Shu, L. “FMEA-Based Design for Remanufacture Using Automotive-Remanufacturer Data”, *SAE Technical Paper 2001-01-0308*, 2001.
- Lengnick-Hall, C. A. “Innovation and Competitive Advantage: What We Know and What We Need to Learn”, *Journal of Management*, 18(2), 1992, pp. 399-429.
- Mars, M., Hoskinson, S. y Libecap, G. “A Cross-Disciplinary Primer on the Meaning and Principles of Innovation”, *Volume 23 of Advances in the study of entrepreneurship, innovation, and economic growth*, Emerald Group Publishing Limited, 2013, pp. 1-12.
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J. y Bearegard M. R. “The Basics of FMEA”, *CRC Press Taylor&Francis Group*, 2nd. Edition, 2008.
- Mitchell, D. y Coles, C. “The Ultimate Competitive Advantage of Continuing Business Model Innovation”, *Journal of Business Strategy*, 24(5), 2003, pp.15-21.
- Montiel, A. y Montalvo, N. “INNOPTIMATION – an Evolutive Innovation Algorithm”, *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, Orizaba, Veracruz-México, Noviembre-2012.

- Mukundan, G. "Editorial: Innovation for competitive advantage", *Advanced Manufacturing Systems*, 5(1), 2006, pp. 1-2.
- Silverstein, D., Samuel, P. y Decarlo, N. "The Innovator's Toolkit 50+ Techniques for Predictable and Sustainable Organic Growth", *New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.*, 2009.
- Stewart, D. W., Shandasani, P. N. y Rook, D. W. "Focus Groups: Theory and Practice", *California: Sage Publications, Inc.*, 2007.
- Talukder, M. "Managing Innovation Adoption: From Innovation to Implementation", *Gower Publishing, Ltd.*, 2014.
- Teng, S. H. y Ho, S. Y. "Failure Mode and Effects Analysis: An Integrated Approach for Product Design and Process Control", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 13(5), 1996, pp. 8-26.
- Urabe, K., Child, J. y Kagono T. "Innovation and Management: International Comparisons", *Walter de Gruyter & Co.*, Nueva York-USA, 1988, pp. 4-8.
- Vaughan, J. "Technological Innovation: Perceptions and Definitions", *American Library Association TechSource*, 9(49), Chicago-USA, 2013, pp. 10-18
- Vyas, V. "Low-Cost, Low-Tech Innovation: New Product Development in the Food Industry", *Volume 36 of Routledge Studies in Innovation, Organization and Technology*, Routledge-Taylor&Francis Group, New York-USA, 2015, pp. 10-28.
- Weerawardena, J. y Mavondo, F. T. "Capabilities, innovation and competitive advantage", *Industrial Marketing Management*, Elsevier, 40(8), Noviembre 2011, pp. 1220-1223.
- Weerawardena, J. y Sullivan-mort, G. "Learning, Innovation and Competitive Advantage in Not-for-Profit Aged Care Marketing: A Conceptual Model and Research Propositions", *Journal of Nonprofit & Public Sector Marketing*, 9(3), 2001.

### Notas Biográficas

**Elena Estefanía López Hurtado** es alumna de la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.

El **M.I.I. Aarón Montiel Rosales** estudió la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. Posteriormente, estudio la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. Es Profesor de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. El área de generación y aplicación de conocimiento que cultiva es Inteligencia Artificial.

El **M.I.I. Luis Fernando Villanueva Jiménez** estudió la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato-México. Posteriormente, estudio la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato-México. Actualmente, estudia en Doctorado en Ciencias y Tecnologías con especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura en el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, Guanajuato-México. Es Profesor de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. El área de generación y aplicación de conocimiento que cultiva es Optimización e Inteligencia Artificial.

La **M.I.I. Nayeli Montalvo Romero** estudió la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. Posteriormente, estudio la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. El área de generación y aplicación de conocimiento que cultiva es Inteligencia Artificial, sistemas difusos, desarrollo de nuevos productos, y modelado, simulación y optimización de procesos.

## Generación de defectos internos a causa del calor en la aleación AA7075-651 soldada por fricción-agitación

M en C. Luis López Jiménez<sup>1</sup>, Dr. Rafael M. Ríos Vera<sup>2</sup>, M en C. Julio C. Gutiérrez Villareal<sup>1</sup>, Dr. Agustín Salvador Morales<sup>1</sup>.

**Resumen**— La soldadura por fricción-agitación es una tecnología capaz soldar aleaciones ligeras consideradas como no recomendadas a soldarse por fusión. Entre éstas aleaciones se encuentran las aleaciones de alta resistencia mecánica del aluminio. Uno de los factores importantes a controlar en ésta soldadura es la cantidad de calor generada durante la unión. Éste se puede hacer indirectamente, usando un indicador adimensional representado por la razón de las revoluciones por minuto de la herramienta sobre la velocidad de soldadura. En este trabajo se estudiaron tres niveles de cantidad de calor con el objetivo de analizar microestructuralmente la presencia de defectos generados en la soldadura y su efecto en las propiedades mecánicas. Los resultados muestran que a cierto nivel de calor se encuentra cero defectos internos y que, a valores por encima o por debajo de éste, genera defectos tipo túnel y poros los cuales disminuyen la resistencia mecánica de la soldadura.

**Palabras clave**— Defectos internos, Aleación AA7075, Resistencia mecánica, soldadura por fricción-agitación.

### Introducción

La soldadura por fricción-agitación (SFA) es una tecnología relativamente nueva que permite soldar en estado plástico las aleaciones ligeras, como las del aluminio (Biro, Chenelle, & Lados, 2012). Esta posibilidad de unir aleaciones ligeras hará posible incrementar las propiedades mecánicas de estructuras del sector transporte, como la automovilística y la aeronáutica (Valente, Yoon, Bray, & Childs, 2010) (Bitondo et al., 2010) (Querin & Schneider, 2012), por lo tanto, hay una reducción en el peso total estructural y consecuentemente, un uso más eficiente de los combustibles (Sidhu & Chatha, 2012). Como todo proceso, la SFA involucra variables, de las cuales algunas se fijan al quedar definidos el tipo de material, la configuración de la herramienta y la máquina a usar en su soldadura (Sidhu & Chatha, 2012). Después de esto, el problema a resolver es básicamente determinar la fuerza axial a aplicar (penetración del hombro de la herramienta), las rpm de la herramienta y la velocidad de soldadura, aún más, la fuerza se fija al seleccionar la penetración del hombro, normalmente entre 0.2 y 0.4 mm, a partir de aquí sólo resta hacer un diseño experimental con las rpm y la velocidad de translación de la herramienta y estudiar la cantidad de calor generada durante la SAF (Rafi, Ram, Phanikumar, & Rao, 2010). Todos estos parámetros, los fijos y los variables, darán como resultado una determinada cantidad de calor y una condición de forja del material que se encuentra en estado plástico durante el proceso de la FSW (Gupta, Das, & Pal, 2012).

La cantidad de calor relacionado por la razón de las rpm de la herramienta entre la velocidad de soldadura (rpm/v), se le llamó pseudo heat index en inglés (Radisavljevic, Zivkovic, Radovic, & Grabulov, 2013), traducido al español como “índice de calor relativo” (ICR). Se considera sólo un indicador en la determinación experimental de las condiciones de rpm y la velocidad a utilizar en la FSW, una vez determinadas el resto de las condiciones operativas del proceso de soldadura. La ecuación que define el CRI y que se aplicó en este estudio, se expresa en la ecuación 1:

$$ICR = \frac{RPM^2}{10\ 000\ V} \quad (1)$$

**Donde:** ICR es el índice de calor relativo, RPM las revoluciones por minuto de la herramienta, V la velocidad de soldadura en pul/min, y 10 000 una constante de simplificación del número resultante del cociente.

Los defectos que afectan en porcentajes mayores al 50% la eficiencia de la SFA son los de tipo macroscópico internos; entre éstos se encuentran los de tipo túnel y los macro-poros (Rajakumar, Muralidharan, &

---

<sup>1</sup>Luis López Jiménez [llopezj@utsjr.edu.mx](mailto:llopezj@utsjr.edu.mx) (autor corresponsal) es profesor de la División de Química y de la División de Mantenimiento y Procesos Productivos, Julio César Gutiérrez Villareal y Agustín Salvador Morales son profesores de ésta última, los tres adscritos a la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Querétaro. <sup>2</sup>Rafael M. Ríos Vera es profesor de Materiales y Química en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Balasubramanian, 2011). La continuidad de los túneles en ciertas zonas del cordón disminuyen la resistencia mecánica de la unión, haciendo inservible la soldadura, de ahí la importancia de disminuir la generación de macro-poros incrementando la eficiencia de la soldadura a niveles superiores al 60% y que haga factible el uso extendido de la SAF y aprovechar los beneficios tecnológicos y económicos de este proceso de soldadura (Grujicic et al., 2011).

### Descripción del Método

Tres pares de placas de la aleación comercial AA7075-T651 de 15 x 5 x 6.25 cm fueron soldadas por SFA con rpm y velocidad de soldadura indicadas en la Tabla 1. Cinco probetas de tensión se maquinaron de cada una de las tres soldaduras de acuerdo a la norma ASTM E8-04, así mismo, se maquinaron 5 probetas de material base. Los ensayos mecánicos se hicieron en una máquina universal marca Instron modelo 4482. De las probetas fracturadas se hizo un análisis microscópico por microscopía electrónica de barrido en un microscopio Phillips XL30.

Tabla 1. Condiciones de soldadura.

Soldadura #	RPM	V	ICR
1	800	5.85	10.90
2	800	3.95	16.20
3	500	10.2	2.45

### Resultados

#### Resistencia a la tensión axial.

La Figura 1 muestra el túnel (hoyo de gusano y poros) generado en la parte interna del cordón en las probetas maquinadas de los cordones de las soldaduras de acuerdo al diseño experimental propuesto, en ambos casos: con deficiencia y exceso de calor.

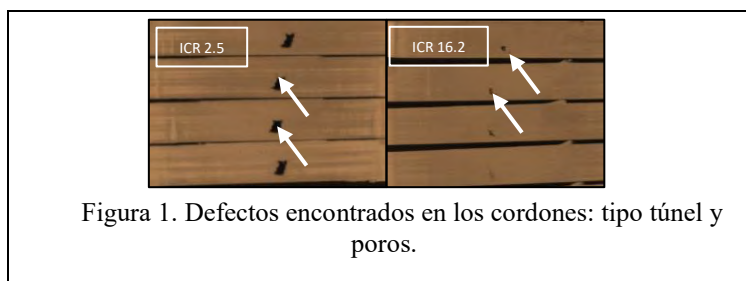


Figura 1. Defectos encontrados en los cordones: tipo túnel y poros.

La resistencia mecánica promedio de las soldaduras y del material base se muestran en la Tabla 2. Se incluye la eficiencia de la soldadura como un indicador de la presencia de macro-defectos de dos cordones (los números dos y tres), y la de la soldadura número uno, que no presenta ese tipo de defectos.

Tabla 2. Resultados de los ensayos mecánicos.

Soldadura #	Resistencia a la Tensión (MPa)	Índice de calor relativo (ICR).	Eficiencia de la soldadura (MPa).
1	358	10.9	60.5
2	211	16.2	35.6
3	207	2.45	35.0
Material Base	592		---

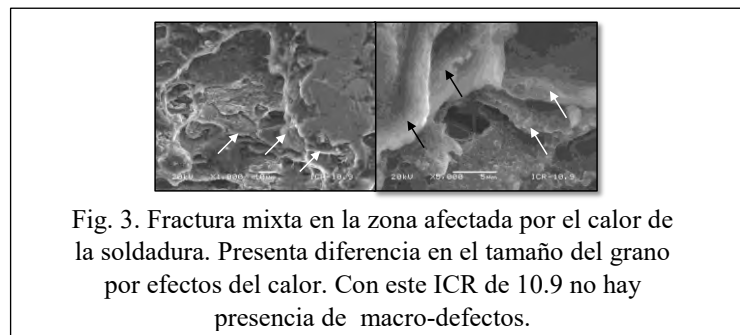
### Fractura

El análisis microscópico de las fracturas muestra que los macro-defectos de la soldadura por fricción-agitación de la aleación AA7075-T651 se deben a una deficiente o exceso en la cantidad de calor generado por las condiciones de soldado. Cuando se encuentra dentro del rango adecuado (ICR 10.9), se obtiene un cordón sano. Cuando la cantidad de calor se encuentra por debajo o por arriba de ese rango, se presenta una agitación deficiente del material que tiende a fluir hacia la zona superior donde se encuentra el mayor porcentaje de calor generado por la fricción del hombre de la herramienta. Este fenómeno provoca, en el primer caso un hoyo de gusano del lado de avance y en el segundo caso, con exceso de calor, se producen túneles de diferente tamaño y poros en el cordón, ambos del lado de retroceso de la soldadura. Las imágenes de las fracturas de las probetas ensayadas bajo tensión axial se muestran a continuación:

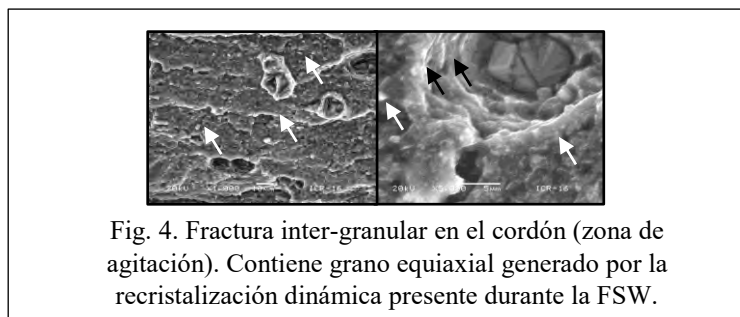
Material Base, Figura 2. Aleación comercial de aluminio tipo AA7075-T651.



Fractura con un ICR de 10.9 (Soldadura #1), Figura 3.



Fractura con ICR de 16.2. (Soldadura #2). Figura 4.





Fractura con ICR de 2.5 (Soldadura #3). Figura 5.



Fig. 5. Falla intergranular en la zona de agitación en la zona del defecto.

En las soldaduras por fricción-agitación con ICR de 16.2 y 2.5 se encontró macro-defecto de túnel, sobre todo en la de 2.5, indicando una falta de calor que permitiera agitar el material plastificado y al mismo tiempo ofrece resistencia para ser forjado a la penetración del hombro aplicada de 0.2 mm. La Figura 6 muestra la fractura de la zona del macro-defecto de ambos cordones de soldadura por fricción-agitación. Se observa el arranque de material por la rotación de la herramienta, material que ya no fue sustituido por la agitación que va proveyendo de material en el total del cordón, cuando las condiciones de soldadura generan la cantidad de calor adecuada, como en el caso de la soldadura con un ICR de 10.9.

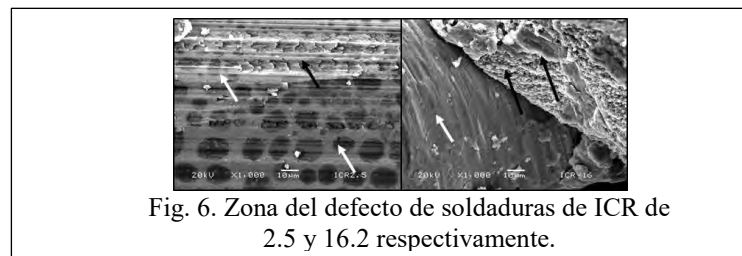


Fig. 6. Zona del defecto de soldaduras de ICR de 2.5 y 16.2 respectivamente.

### Conclusiones

En la SFA para obtener una soldadura sin defectos internos es de importancia asegurar la generación de la cantidad de calor que favorezca una agitación y forja adecuadas del material que se suelda, caso contrario, si se encuentra por debajo o por arriba del necesario, se generarán defectos internos en el cordón tipo hoyo de gusano, túnel y poros, lo que dará como resultado una baja resistencia mecánica de la unión.

### Recomendaciones

Siempre de que cambie alguna de las variables del proceso de soldadura por fricción-agitación se debe determinar las condiciones de operación que favorezca la generación de adecuada de calor para obtener una soldadura sin defectos internos.

### Agradecimientos

Luis López agradece al Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), a L. Reyes-Ochoa y a E. A. Prieto Serratos por su trabajo técnico aportado para la realización de este trabajo de investigación.

### Referencias

- Biro, A. L., Chenelle, B. F., & Lados, D. A. (2012). Processing, Microstructure, and Residual Stress Effects on Strength and Fatigue Crack Growth Properties in Friction Stir Welding: A Review. *Metallurgical and Materials Transactions B*, 43(6), 1622–1637. <http://doi.org/10.1007/s11663-012-9716-5>
- Bitondo, C., Prisco, U., Squillace, A., Giorleo, G., Buonadonna, P., Dionoro, G., & Campanile, G. (2010). Friction stir welding of AA2198-T3 butt joints for aeronautical applications. *International Journal of Material Forming*, 3(SUPPL. 1), 1079–1082. <http://doi.org/10.1007/s12289-010-0958-y>
- Grujicic, M., Arakere, G., Pandurangan, B., Hariharan, A., Yen, C. F., & Cheeseman, B. A. (2011). Development of a robust and cost-effective friction stir welding process for use in advanced military vehicles. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 20(1), 11–23. <http://doi.org/10.1007/s11665-010-9650-0>
- Gupta, R. K., Das, H., & Pal, T. K. (2012). Influence of processing parameters on induced energy, mechanical and corrosion properties of FSW butt joint of 7475 AA. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 21(8), 1645–1654. <http://doi.org/10.1007/s11665-011-0074-2>
- Querín, J., & Schneider, J. A. (2012). Developing an alternative heat indexing equation for FSW. *Welding Journal*, 91(March), 76–82. Retrieved from [http://www.aws.org/wj/supplement/WJ\\_2012\\_02\\_s76.pdf](http://www.aws.org/wj/supplement/WJ_2012_02_s76.pdf)
- Radisavljevic, I., Zivkovic, A., Radovic, N., & Grabulov, V. (2013). Influence of FSW parameters on formation quality and mechanical

- properties of Al 2024-T351 butt welded joints. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 23(12), 3525–3539. [http://doi.org/10.1016/S1003-6326\(13\)62897-6](http://doi.org/10.1016/S1003-6326(13)62897-6)
- Rafi, H. K., Ram, G. D. J., Phanikumar, G., & Rao, K. P. (2010). Microstructure and tensile properties of friction welded aluminum alloy AA7075-T6. *Materials and Design*, 31(5), 2375–2380. <http://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.11.065>
- Rajakumar, S., Muralidharan, C., & Balasubramanian, V. (2011). Influence of friction stir welding process and tool parameters on strength properties of AA7075-T6 aluminium alloy joints. *Materials and Design*, 32(2), 535–549. <http://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.08.025>
- Sidhu, M. S., & Chatha, S. S. (2012). Friction Stir Welding – Process and its Variables : A Review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(12), 275–279.
- Valente, R. A. F., Yoon, R. A. F., Bray, G. H., & Childs, T. E. R. (2010). On the influence of fsw in the elastoplastic buckling load-carrying capacity of extruded integrally stiffened panels for aeronautic applications. *International Journal of Material Forming*, 3(SUPPL. 1), 1019–1022. <http://doi.org/10.1007/s12289-010-0943-5>

# Sistema de intercambio de calor basado en Peltier para aplicación en sistemas biomédicos

M.C. Luis Emilio López López<sup>1</sup>, Dra. Adriana del Carmen Téllez Anguiano<sup>2</sup>,  
M.C. Miguelangel Fraga Aguilar<sup>3</sup>, Dr. Enrique Reyes Archundia<sup>4</sup> y M.C. Mario Heras Cervantes<sup>5</sup>

**Resumen**—Este artículo describe el diseño de un sistema intercambiador de calor capaz de eliminar el calor corporal en un paciente con el fin de provocar un estímulo doloroso. El sistema utiliza un refrigerador termoelectrico (dispositivo Peltier) como principal componente de transferencia de calor. El objetivo principal es extraer el calor del sujeto para generar un potencial evocado por frío. El sistema está diseñado para ser aplicado en sistemas biomédicos. La validación experimental del sistema se realiza aplicando el estímulo frío a la mano derecha del paciente, específicamente en el dermatoma T1. Los resultados obtenidos muestran que el sistema es capaz de provocar una sensación de dolor en el sujeto, así como detectar la temperatura correspondiente en un tiempo adecuado para ser utilizado con un sistema EEG, con el propósito de encontrar un patrón de respuesta EEG correspondiente al estímulo doloroso.

**Palabras clave**— Peltier, EEG, aplicaciones biomédicas, intercambio de calor.

## Introducción

Existen dos maneras en que la energía puede ser transferida entre un sistema y su entorno, la primera es trabajo realizado sobre el sistema, lo cual requiere un desplazamiento macroscópico del punto de aplicación de una fuerza. La segunda es calor, lo cual ocurre a nivel molecular cuando existe un diferencial de temperatura en la frontera de dicho sistema. Ambos mecanismos provocan un cambio en la energía interna del sistema generalmente medible en variables macroscópicas del sistema, como presión, temperatura y volumen de un gas. (Serway & Jewett, 2004)

El físico francés Jean Charles Peltier estableció las bases para los refrigeradores termoelectricos en el siglo XIX mientras experimentaba con la electricidad. Al circular una corriente a través de dos metales diferentes (cobre y bismuto), Peltier notó cambios de temperatura en las uniones; un punto de unión se calentó mientras que el otro se enfrió. A este fenómeno de transferencia de calor provocado por el paso de corriente a través de un punto de unión de dos materiales se le denomina Efecto Peltier y es el principio de operación de los refrigeradores termoelectricos. (Koetzsch & Madden, 2009).

Un refrigerador termoelectrico (*ThermoElectric Cooler*, TEC), también se denomina dispositivo peltier, refrigerador de estado sólido, bomba peltier de calor, refrigerador peltier, calentador peltier, bomba de calor termoelectrica y bomba de calor activa. Un peltier es un dispositivo activo de estado sólido que transfiere calor de una cara del dispositivo a la otra al aplicarle energía eléctrica.

El dispositivo peltier puede ser usado para calentar o para enfriar, siendo esta última su principal aplicación. (Koetzsch & Madden, 2009). Dentro de las ventajas de un dispositivo peltier destacan: sin partes móviles o líquidos circulantes, tiempo de vida prolongado, inmune a fugas, tamaño pequeño y formas variadas. Dentro de sus desventajas destacan su alto costo y su baja eficiencia energética.

Diversas compañías e investigadores han tratado de desarrollar y analizar dispositivos peltier que sean baratos y eficientes. (Taylor & Solbrekken, 2008)

En la literatura se encuentran diversas aplicaciones del dispositivo peltier como sistema de intercambio de calor, como son: sistemas de aire acondicionado (Kumar, et al., 2015), refrigeración de gabinetes (Nandini & others, 2013), refrigeración de Unidades de Procesamiento Central (*Central Processing Unit*, CPU) (Taylor & Solbrekken, 2008), sondas criogénicas para tratamiento dérmico y cirugías criogénicas (Maruyama, et al., 2008) y para generar potenciales evocados (Haefeli, et al., 2013).

El objetivo de este artículo es presentar el desarrollo una aplicación biomédica del peltier, como sistema de intercambio de calor, para generar potenciales electroencefalográficos evocados.

<sup>1</sup> El M.C. Luis Emilio López López, es Maestro en Ciencias del Instituto Tecnológico de Morelia. [luisemililopezl@gmail.com](mailto:luisemililopezl@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Adriana del Carmen Téllez Anguiano es Profesora/Investigadora del Posgrado en Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Morelia, México [adianat@itmorelia.edu.mx](mailto:adianat@itmorelia.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> El M.C. Miguelangel Fraga Aguilar es Profesor del Posgrado en Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Morelia, México [mfraga@itmorelia.edu.mx](mailto:mfraga@itmorelia.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Enrique Reyes Archundia es Profesor/Investigador del Posgrado en Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Morelia, México [ereyes@itmorelia.edu.mx](mailto:ereyes@itmorelia.edu.mx)

<sup>5</sup> El M.C. Mario Heras Cervantes es Maestro en Ciencias del Instituto Tecnológico de Morelia, México [marheras\\_3@hotmail.com](mailto:marheras_3@hotmail.com)

El sistema desarrollado controla un dispositivo peltier para generar un estímulo de ausencia de calor (frío) en pacientes mientras se registra su actividad electroencefalográfica, a su vez se comunica con una computadora para reportar la temperatura actual y sincronizar los datos de EEG mediante una computadora.

### Descripción del Método

En el contexto clínico, el electroencefalograma (*Electroencephalogram*, EEG) se refiere al registro de la actividad eléctrica espontánea del cerebro en periodos cortos de tiempo, mediante múltiples electrodos colocados en el cuero cabelludo. (Universidad de Alcalá. Departamento de Electrónica)

La EEG, como técnica, ha sido usada para resolver problemas médicos por muchos años, dando una explicación médica a diferentes padecimientos del ser humano, como por ejemplo:

- En los ataques epilépticos; este tipo de estudios se ha llevado a cabo en animales, como ratas, y también en seres humanos (Feltane, et al., 2013). Los registros del EEG se han procesado con diferentes técnicas de tiempo-frecuencia, como por ejemplo, Wavelets (Adeli, et al., 2007) (Shantha Selva Kumari & Prabin Jose, 2011) (Tzallas, et al., 2009).
- Para medir la eficiencia y el nivel (o profundidad) de la anestesia; también usando técnicas de tiempo-frecuencia como Wavelets (Afrasiabi, et al., 2012).
- Para medir el nivel de estrés crónico en los humanos; usando interfaces cerebro-computadora (Brain-Computer Interface, BCI) y usando métodos probabilísticos para análisis de resultados, como coherencia espectral, también conocida como Estimación de Coherencia de Magnitud Cuadrada (Magnitude-Squared Coherence Estimation, MSCE) y Máquinas de Soporte Vectorial (Support Vector Machine, SVM) (Khosrowabadi, et al., 2011).

Una de las aplicaciones frecuentes del EEG ha sido encontrar patrones de respuesta que correspondan a un estímulo de dolor.

El Cuadro 1 muestra los resultados obtenidos de investigaciones realizadas en años recientes con dicho propósito: (Stern, et al., 2006) (Rissacher, et al., 2007) (Guarnaccia, 2011) (Wang, et al., 2012).

Año	Cambio en ondas	Áreas de activación
2006	Theta y beta	Córtex del cíngulo anterior, prefrontal, parietal posterior, corteza somatosensorial primaria, secundaria y suplementaria, entre otras.
2007	Theta, alfa, beta 2 y gamma	Lóbulos temporal y parietal.
2011	Theta, delta y alfa	Partes frontales, centrales y temporales.
2012	Theta	Área frontal y central.

Cuadro 1. Resultados de estudios de dolor con EEG.

Sin embargo, a pesar de que se han invertido muchos recursos en la investigación que relaciona dolor con señales EEG, los resultados no han sido contundentes; principalmente debido a las diferentes zonas demográficas en las que se han hecho los estudios, a los enfoques probabilísticos utilizados y al diferente número de canales de EEG empleados en los estudios.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un sistema de estímulos dolorosos controlados, basado en intercambio de calor, que permita encontrar patrones en señales de EEG dependientes de estos estímulos, es decir, potenciales evocados.

El sistema genera potenciales evocados mediante la aplicación de frío controlado sobre áreas con ramificaciones específicas de nervios espinales, conocidas como dermatomas, específicamente los ubicados en la mano de los pacientes. La selección de frío se realiza con base en el trabajo de A. Michael, quien describe una mayor cantidad de flujo sanguíneo en el cerebro debida a potenciales evocados por frío. (Michael, et al., 2012)

El sistema de estímulos controlado se basa en un peltier con la finalidad de extraer la mayor cantidad de calor en el menor tiempo posible, generando así en el paciente la sensación de dolor por frío. Entre otros trabajo relacionados J. Haefeil usó un Thermode y un dispositivo peltier para generar las sensaciones de calor y frío respectivamente. (Haefeli, et al., 2013)

### Diseño del sistema

En el desarrollo del sistema de estimulación por dolor deben considerarse las características del sistema EEG al cual estará acoplado, dentro de los cuales destacan: portable, alimentación por baterías y comunicación inalámbrica mediante Bluetooth 2.1.

La Figura 1 muestra un diagrama a bloques del sistema general, que contempla la etapa de generación de estímulo por frío y el sistema EEG. Un factor importante es la sincronización de datos de ambos sistemas, la cual se realiza por medio de un equipo de cómputo.



Figura 1. Diagrama a bloques.

El sistema diseñado se puede usar también para determinar el umbral de dolor al frío en los pacientes.

La Figura 2 muestra el diagrama a bloques del sistema de estímulo doloroso por frío diseñado. La conexión inalámbrica y la alimentación por baterías del circuito principal se eligen para conservar compatibilidad con el equipo de EEG. Los componentes dentro del recuadro (peltier y disipador), están en contacto físico mediante una pasta de transferencia térmica.

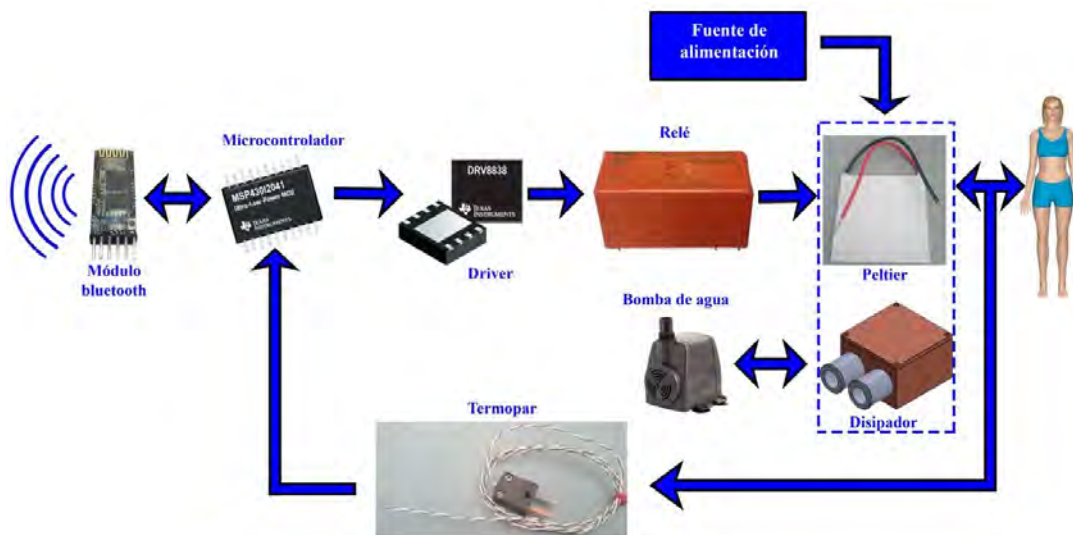


Figura 2. Diagrama de bloques del sistema para generar estímulos de dolor por frío

Los componentes principales del sistema son: peltier MCTE1-12715L-S, relevador RTX3-1AT-B003, driver DRV8838, módulo Bluetooth (BT) HC-05, termopar XF-322-FAR, batería BR-0902, fuente conmutada tipo Buck 7805SR-C y microcontrolador MSP430I2041.

Debido a que el sistema está diseñado para trabajar con baterías, el uso eficiente de la energía es un punto crítico. El sistema tiene dos partes que pueden tener un mayor consumo de energía dado el tiempo que se mantienen activas: la comunicación inalámbrica (BT) y la activación del peltier.

Para minimizar el consumo de energía cuando el peltier se activa se emplea un relevador con retención de estado (latching o bistable relay); el inconveniente de utilizar este tipo de relevador polarizado es la necesidad de añadir un puente H para controlar su apertura y cierre. El driver (puente H) elegido, DRV8838, tiene la capacidad de manejar hasta 1.8 A, suficiente para abastecer los 650mW (aproximadamente 216mA @ 3V) que ocupa la bobina polarizada del relevador para activarse y desactivarse.

En la Figura 3 se observan las conexiones de los componentes principales del sistema con el microcontrolador. El circuito de la fuente de alimentación consta de una fuente conmutada 7805SR-C; siendo la fuente conmutada la encargada de alimentar todo el sistema, excepto al dispositivo Peltier.

La interfaz de programación es la propuesta por Texas Instruments para microcontroladores que soportan Spy-Bi-Wire (SBW) (Texas Instruments, 2016).

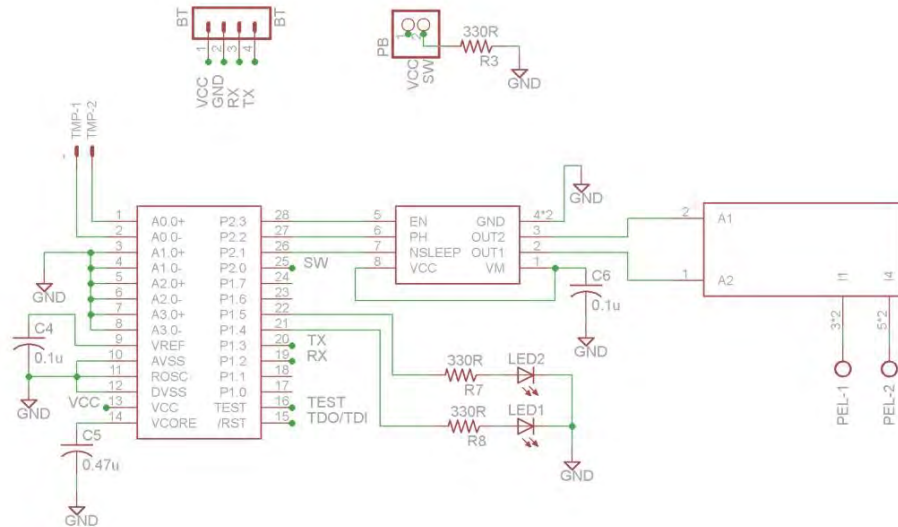


Figura 3. Circuito principal, componentes del sistema y su conexión al microcontrolador.

Una vez que el sistema es ensamblado y programado, se realizan pruebas para corregir la curva obtenida del termopar.

### Validación y resultados

#### a) Validación del sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento se valida alimentando el dispositivo peltier con 12 V y 8.7 A. Dado el principio de funcionamiento del peltier, al aplicar potencia a sus terminales se genera un diferencial de temperatura entre ambas caras del dispositivo, la cual, para la potencia señalada corresponde a 40 °C.

Dado que es necesario que la cara fría del dispositivo genere una temperatura capaz de provocar una sensación de dolor por frío en el paciente, es indispensable que el dispositivo, sin estar sujeto al paciente, alcance una temperatura inferior a los -10 °C en dicha cara.

Para lograr la temperatura planteada como objetivo se emplea el peltier colocado el sistema de intercambio adicional mostrado en la Figura 2, el cual está formado por un disipador (radiador) que enfría la cara caliente del peltier mediante el empleo de agua circulante.

Se realizan mediciones de la cara fría del peltier, empleando tanto un termopar como una cámara termográfica, obteniendo mediciones de -14 °C, para una temperatura de agua de enfriamiento de 26 °C y una temperatura ambiente de 29 °C, lo que permite verificar que el sistema de enfriamiento está operando adecuadamente.

#### b) Validación de la aplicación biomédica

Una vez validada la operación del sistema de enfriamiento se realizan varias pruebas para medir el tiempo en que los pacientes presentan dolor físico por frío. La muestra de paciente seleccionada debe contar con las siguientes características: sanos, sin consumo previo de alcohol, drogas o medicamentos analgésicos, edad entre 18 y 30 años.

El sistema de extracción de calor se coloca en el dermatoma T1, a la altura de la mano derecha en todos los sujetos. Durante la prueba se les indica a los pacientes que notifiquen verbalmente el momento en empiezan a notar una sensación incomoda debido al frío generado por el sistema, a su vez, deben indicar cuando sientan dolor.

Para validar la aplicación biomédica del sistema se consideran las muestras adquiridas de 31 pacientes, las cuales se muestran en el Cuadro 2.

De los valores medidos se calcula la media aritmética, para la temperatura de incomodidad se obtiene una media de 20.24°C, para la temperatura de dolor de 13.86°C. El tiempo promedio en el que el paciente experimenta dolor es 01:10 minutos.

Prueba	Temperatura incomodidad (°C)	Temperatura dolor (°C)	Tempo en presentar dolor (minutos)
1	14	12	01:00
2	2	0	07:38
3	23	18	00:20
4	24	18	00:20
6	17	14	00:40
7	20	14	00:40
8	19	14	00:40
9	21	18	00:33
10	20	10	01:22
11	23	5	02:40
12	19	2	04:00
13	23	5	03:00
14	21	8	02:30
16	18	14	00:32
17	26	23	00:24
18	25	23	00:05
19	23	20	00:04
20	26	23	00:06
21	23	16	00:23
22	25	17	00:26
23	19	6	01:26
24	12	9	02:07
25	24	20	00:20
26	22	15	00:52
27	23	18	00:20
28	21	18	00:19
29	25	23	00:08
30	17	8	00:50
31	12	11	00:25

Cuadro 2. Resultados obtenidos

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

A pesar de la baja eficiencia de un dispositivo peltier, su potencial es muy grande en varios campos, incluyendo la biomédica. Para la aplicación presentada en este trabajo se aprovechó su capacidad para llegar a temperaturas por debajo de la ambiental, alcanzando incluso temperaturas bajo los 0 °C.

Una ventaja que presenta el sistema diseñado es la velocidad con la cual se puede generar la ausencia de calor (frío) y su capacidad de hacerlo sin necesidad de partes móviles, evitando así movimientos innecesarios del paciente. Dado que la aplicación para la cual fue diseñado el sistema involucra adquirir potenciales EEG evocados, el evitar el movimiento de los pacientes es una parte crucial en las pruebas consecuentes con este equipo.

Durante las pruebas realizadas el dispositivo mostró un comportamiento adecuado para alcanzar las temperaturas deseadas en corto tiempo. A su vez el sistema permitió almacenar no sólo dichas temperaturas, sino también el tiempo preciso en que éstas fueron alcanzadas, denotando su utilidad en la aplicación para la cual fue diseñado.

### Referencias

- Adeli, H., Ghosh-Dastidar, S., & Dadmehr, N. (2007). A wavelet-chaos methodology for analysis of EEGs and EEG subbands to detect seizure and epilepsy. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, 54(2), 205-211.
- Afrasiabi, S., Boostani, R., Koochaki, S., & Zand, F. (2012). Presenting an effective EEG-based index to monitor the depth of anesthesia. *Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP), 2012 16th CSI International Symposium on*, 557--562.
- Feltane, A., Boudreaux-Bartels, G. F., & Besio, W. (2013). Automatic seizure detection in rats using Laplacian EEG and verification with human seizure signals. *Annals of biomedical engineering*, 41(3), 645-654.

- Guarnaccia, C. A. (2011). *Quantitative Eeg Analysis Of Patients With Chronic Pain: An Exploratory Study*. Ph.D. dissertation, University of North Texas.
- Haefeli, J., Freund, P., Kramer, J. L., Blum, J., Luechinger, R., & Curt, A. (2013). Differences in cortical coding of heat evoked pain beyond the perceived intensity: An fMRI and EEG study. *Human brain mapping*.
- Khosrowabadi, R., Quek, C., Ang, K. K., Tung, S. W., & Heijnen, M. (2011). A Brain-Computer Interface for classifying EEG correlates of chronic mental stress. *Neural Networks (IJCNN), The 2011 International Joint Conference on*, (pp. 757-762).
- Koetzsch, J., & Madden, M. (2009). *Thermoelectric Cooling for Industrial Enclosures*. (M. Corcoran, Ed.)
- Kumar, S., Gupta, A., Yadav, G., & Singh, H. P. (2015). Peltier module for refrigeration and heating using embedded system. *Recent Developments in Control, Automation and Power Engineering (RDCAPE), 2015 International Conference on*, (pp. 314-319).
- Maruyama, S., Komiya, A., Takeda, H., & Aiba, S. (2008). Development of Precise-temperature-controlled Cooling Apparatus for Medical Application by Using Peltier Effect. *2008 International Conference on BioMedical Engineering and Informatics, 2*, pp. 610-614.
- Michael, A., Deshpande, H., Ness, T., & Deutsch, G. (2012). Quantitative Changes in Regional Cerebral Blood Flow Induced by Cold, Heat and Ischemic Pain. *Anesthesiology, 117*(4), 857.
- Nandini, K. K., & others. (2013). Peltier based cabinet cooling system using heat pipe and liquid based heat sink. *Research & Technology in the Coming Decades (CRT 2013), National Conference on Challenges in*, (pp. 1-5).
- Rissacher, D., Dowman, R., & Schuckers, S. (2007). Identifying frequency-domain features for an EEG-based pain measurement system. *Bioengineering Conference, 2007. NEBC'07. IEEE 33rd Annual Northeast*, (pp. 114-115).
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers*. Thomson-Brooks/Cole.
- Shantha Selva Kumari, R., & Prabin Jose, J. (2011). Seizure detection in EEG using time frequency analysis and SVM. *Emerging Trends in Electrical and Computer Technology (ICETECT), 2011 International Conference on*, (pp. 626-630).
- Stern, J., Jeanmonod, D., & Sarntein, J. (2006). Persistent EEG overactivation in the cortical pain matrix of neurogenic pain patients. *Neuroimage, 31*(2), 721-731.
- Taylor, R. A., & Solbrekken, G. L. (2008). Comprehensive System-Level Optimization of Thermoelectric Devices for Electronic Cooling Applications. *IEEE Transactions on components and packaging technologies 31.1, 31*(1), 23-31.
- Texas Instruments. (2016, March). *MSP430 Hardware Tools (Rev. Y)*. Retrieved July 1, 2016, from <http://www.ti.com/general/docs/lit/getliterature.tsp?baseLiteratureNumber=slau278>
- Tzallas, A. T., Tsipouras, M. G., & Fotiadis, D. I. (2009). Epileptic seizure detection in EEGs using time--frequency analysis. *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, 13*(5), 703-710.
- Universidad de Alcalá. Departamento de Electrónica. (n.d.). Retrieved May 30, 2014, from <http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/bioingenieria2/archivos/apuntes/tema%205%20-%20electroencefalografia.pdf>
- Wang, J., Li, X., Lu, C., Voss, L. J., Barnard, J. P., & Sleight, J. W. (2012). Characteristics of evoked potential multiple eeg recordings in patients with chronic pain by means of parallel factor analysis. *Computational and mathematical methods in medicine, 2012*.



# TIPOLOGÍA DE DEMANDA TURÍSTICA SUSTENTABLE EN EL SANTUARIO DE LA LUCIÉRNAGA EN EL ESTADO DE TLAXCALA

LAT. Maria Elena López Lozano<sup>1</sup>, M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez<sup>2</sup>,  
LAI. David Roberto Esquivel Becerril<sup>3</sup> y C.P Liliana Gómez Espinoza<sup>4</sup>

**Resumen**— Actualmente, el turismo en México representa un sector importante dentro de la economía del país, donde a través de diversos productos turísticos el sector, se ha logrado fortalecer a nivel nacional. En este marco se presentan los resultados de un estudio con el fin de obtener la tipología de la demanda turística en el Santuario de la Luciérnaga ubicado en el Estado de Tlaxcala, con el objetivo de diseñar un producto turístico que fortalezca el turismo sustentable en la zona objeto de estudio. La metodología utilizada fue cualitativa de tipo transversal y descriptivo. Se utilizó un cuestionario, como instrumento de recolección de datos, el cual fue aplicado a los visitantes. En conclusión, la tipología de la demanda reveló que los visitantes disfrutaban del entorno rural y natural, pero al mismo tiempo buscan destinos que cumplan sus expectativas de confort.

**Palabras clave**—Turismo sustentable, Producto turístico, Tipología de demanda, Santuario de Luciérnaga.

## Introducción

La actividad turística del siglo XXI se presenta como una actividad importante a nivel internacional, pues durante los años 60s comienzan a romperse los esquemas conservadores que dan impulso a las nuevas tendencias turísticas que hacen frente a la creciente globalización (Oviedo et al, 2009). Por lo tanto, el mundo y el gusto de las personas se encuentran en constantes cambios, pues el turista se interesa por nuevos mercados, que mediante las nuevas tecnologías le es fácil explorarlos (Millán, 2004). Por ello, los destinos turísticos deberán proponer diversidad de alternativas para hacer frente a la demanda turística (Mara y Varzín 2008).

Actualmente con las nuevas tipologías de demanda turística, el sector turístico esta viculado con las personas que consumen la actividad y con la estructura del producto del destino al que visitan (Araújo, 2012). Principalmente un nuevo enfoque del sector turístico es el desarrollo de turismo sustentable, el cual esta estrechamente relacionado al turismo rural y el turismo de naturaleza, que toma en cuenta una educación ambiental, equilibrio en los recursos turísticos, la conservación y en general el medio rural (Castel, 2011).

El turismo deberá ser visto como un sistema, ya que engloba cinco elementos, los cuales son: la región de origen, la región de tránsito, la región de llegada, la industria turística, y los turistas (Ardila, 2015). Pues estos elementos son fundamentales para diseñar un buen producto turístico, que permitirán lograr satisfacciones y beneficios tanto tangibles como intangibles, relacionadas principalmente por las actividades generadas en el destino (Wallingre, 2011).

En México se encuentra el Santuario de la Luciérnaga localizado en el Estado de Tlaxcala específicamente en el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, en donde en los meses de mayo, junio y agosto, el sitio es concurrido por gran cantidad de visitantes, los cuales buscan nuevas alternativas y emociones (CONAFOR ,2013). Sin embargo, el sitio no cuenta con un producto turístico adecuado que permita a los visitantes diversificar sus experiencias, ya que la mala planificación y la falta de actividades no permite retener al visitante para alargar su estadía en la zona y así generar un destino sólido. Por ello el objetivo de la investigación es identificar las necesidades de los visitantes, y así encontrar cual es el perfil de demanda turística para posteriormente implementar actividades innovadoras en un producto turístico sustentable adecuado a la zona objeto de estudio.

<sup>1</sup> La AT. Maria Elena López Lozano es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. elena\_paramore@hotmail.com

<sup>2</sup> El M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez es Profesor la Maestría en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. rsandova@ipn.mx

<sup>3</sup> El LAI. David Roberto Esquivel Becerril es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. dav1dkw@hotmail.com

<sup>4</sup> La C.P Liliana Gómez Espinoza es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. gelistarmoon18@hotmail.com

## Descripción del Método

### Reseña de las dificultades de la búsqueda

El enfoque de la investigación de los resultados presentados en el escrito es de tipo descriptivo y transversal. Los datos se recolectaron mediante un cuestionario, el cual se compone de 15 ítems. En el diseño del cuestionario se tomaron en cuenta factores de estudios realizados por (Sampieri et al., 2010). Al ser la investigación de tipo transversal los cuestionarios fueron aplicados en la temporada de junio, julio y agosto del presente año, que es la única fecha en que se pudieron aplicar, dado que es cuando la Luciérnaga realiza su proceso de apareamiento y se le puede ver en sincronización generando un espectáculo increíble.

En el cuestionario se presentaron preguntas mixtas, es decir, una combinación de preguntas dicotómicas, polinómicas y abiertas, con la finalidad de obtener resultados óptimos para el análisis de las respuestas. Asimismo, se aplicó una prueba piloto para medir los ítems y así poder obtener un instrumento confiable. Se realizó un análisis de reducción de variables, las cuales quedaron clasificadas en nueve categorías, la extracción se realizó tomando en cuenta elementos principales. La información se presenta en el Cuadro 1.

Categorías	Variables
<b>Categoría 1</b>	Lugar de procedencia de los visitantes
<b>Categoría 2</b>	Modalidad de viaje
<b>Categoría 3</b>	Motivos de viaje
<b>Categoría 4</b>	Medios de difusión del Santuario de la Luciérnaga
<b>Categoría 5</b>	Medios de transporte
<b>Categoría 6</b>	Tipos de alojamiento
<b>Categoría 7</b>	Actividades de interés
<b>Categoría 8</b>	Actividades que oferta el Santuario de la Luciérnaga
<b>Categoría 9</b>	Servicios que deberían ser mejorados

Cuadro 1. Categorización de las variables tomadas en cuenta para el análisis de la información.

### Categoría 1

Del total de encuestados en la temporada de la Luciérnaga se encontró que el mayor número de personas que visitan el lugar proviene de estados aledaños a la zona, principalmente de CDMX con un 36%, seguidamente Ed. De México con un 29% y finalmente Puebla con un 9%. La información se presenta en el Gráfico 1.



Gráfico 1. Categoría 1, lugar de procedencia de los visitantes.

### Categoría 2

Dentro de la categoría 2 que hace referencia a la modalidad de viaje de los visitantes se encontró que un 60% viaja en familia, mientras que un 26% prefiere viajar con amigos y el 14% viaja en pareja. Por lo tanto, se observa que el segmento de mercado que el Santuario de la Luciérnaga atrae es más familiar. La información se presenta en el Gráfico 2.

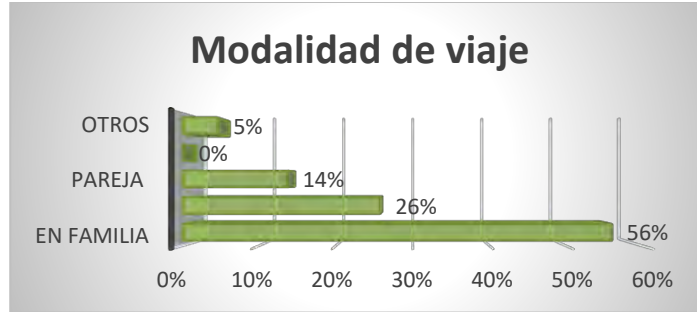


Gráfico 2. Categoría 2, modalidad de viaje.

*Categoría 3*

Los principales motivos que llevan a los visitantes a conocer el Santuario de la Luciérnaga, según los datos obtenidos en las encuestas fueron que el 44% viaja por diversión y tan solo 39% por recreación, quedando así 6% sólo por descanso, ya que muchos de los encuestados afirmaban que no deseaban quedarse porque el lugar no tenía más actividades recreativas para alargar su estadía. La información se presenta en el Gráfico 3.

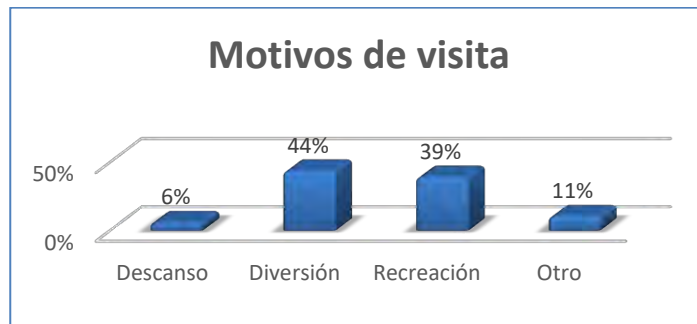


Gráfico 3. Categoría 3, motivos de visita.

*Categoría 4*

Los medios de difusión por los cuales lograron atraer a los visitantes, en primer lugar, fue el internet con un 56%, lo que indica que este medio es el más eficaz para difundir la información, además de que otra variable que también sobresalió en los resultados obtenidos fue por medio de amistades con un 27%, que nos indican que la mejor forma de vender un producto siempre será de boca en boca, pues la publicidad y las agencias de viajes están quedando atrás. La información se presenta en el Gráfico 4.

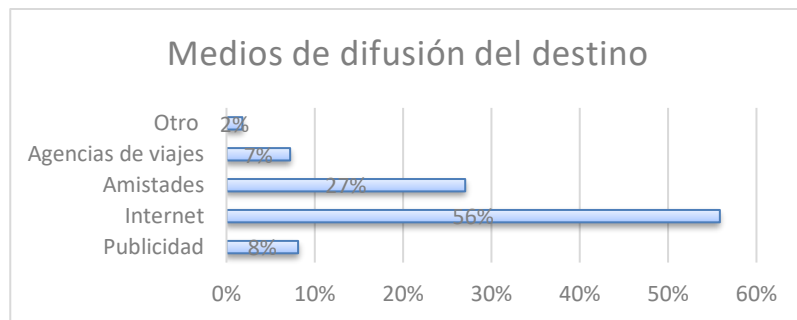


Gráfico 4. Categoría 4, Medios de difusión del Santuario de la Luciérnaga

*Categoría 5*

En cuanto al medio de transporte que los visitantes utilizaron para trasladarse a la zona, fueron como primer opción transporte particular con un 50% y un 47% de personas que hicieron uso de un transporte turístico, y tan sólo el 3% indicó que hizo uso de transporte público. Estos resultados para la zona objeto de estudio resultarían indispensables para el buen manejo de suelo, ya que al tener gran cantidad de autos particulares y transporte turístico requieren lugares amplios donde puedan fungir como estacionamientos. La información se presenta en el Gráfico 5.

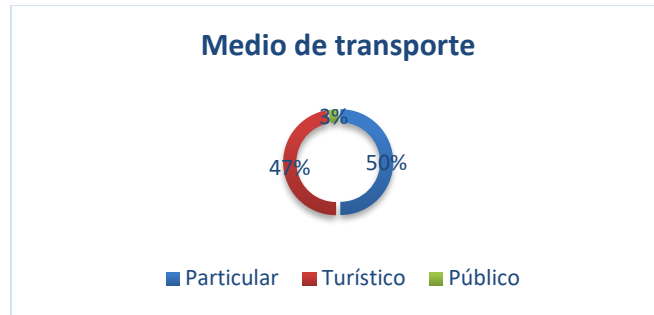


Gráfico 5. Categoría 5, Medios de transporte.

**Categoría 6**

Con respecto al tipo de alojamiento que los visitantes elegirían si decidieran quedarse sería en primer lugar con un 41% cabaña, seguida del camping con un 33% y finalmente con un 26% queda el hotel, pues siendo un lugar que tiene como actividad principal el avistamiento de la luciérnaga les gustaría hacer ese contacto con la naturaleza. La información se presenta en el Gráfico 6.

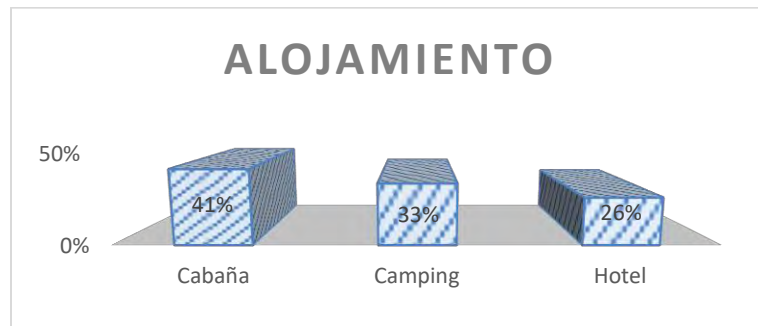


Gráfico 6. Categoría 6, Tipos de alojamiento.

**Categoría 7**

Dentro de esta categoría el ítem buscaba conocer cuáles eran las actividades de interés para los visitantes, ya que un factor importante era identificar cuáles actividades gustaban, para que puedan implementarse en el producto turístico posteriormente, dando como resultado, que los paisajes les atraen más de una ruta turística con un 46% por arriba de las caminatas que sólo obtuvo un interés de 18%, seguidamente otras de las actividades que les gustaría que se implementaran en menor grado es cultura, la gastronomía y finalmente conocer monumentos históricos aledaños a la zona. La información se presenta en el Gráfico 7.

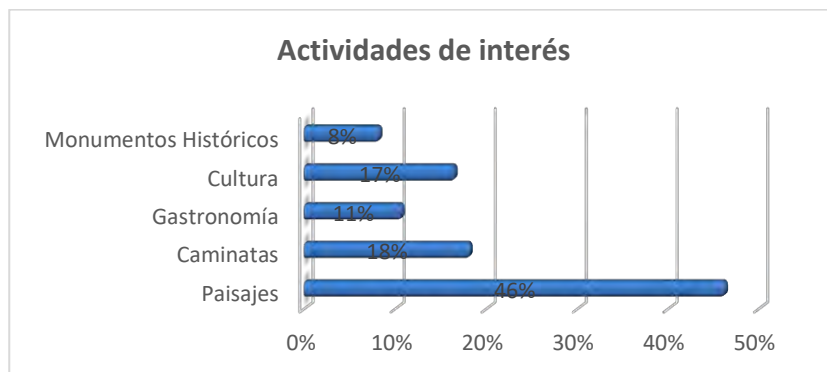


Gráfico 7. Categoría 7, Actividades de interés.

**Categoría 8**

Con respecto a la oferta de actividades que actualmente se llevan a cabo en el Santuario de la Luciérnaga se logró identificar en los resultados obtenidos que la mayor actividad que tiene difusión a parte del avistamiento de la Luciérnaga es la ruta del pulque con un 41%, seguido de la visita a las haciendas con un 28%. El museo de la Luciérnaga tiene menor difusión pues tan solo el 15% de los visitantes sabe que existe dicho museo. Los talleres

gastronómicos sólo el 5% de los visitantes tenían conocimiento de que existía este tipo de actividad. La información se presenta en el Gráfico 8.

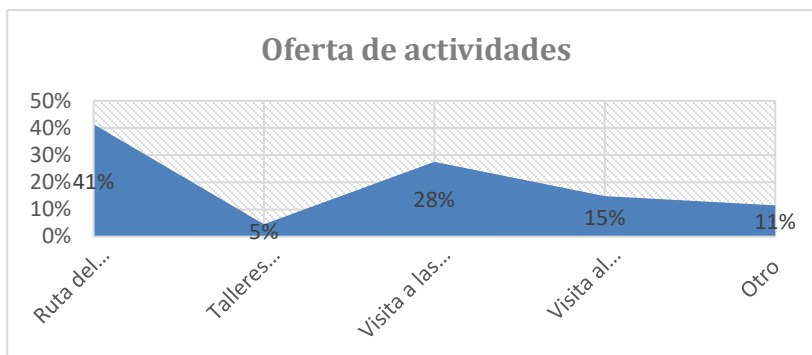


Gráfico 8 Categoría 8, Actividades que oferta el Santuario de la Luciérnaga.

### Categoría 9

Finalmente, la última categoría nos muestra resultados sobre la percepción de los visitantes con respecto a la falta de servicios que se requieren en la zona, como primer lugar con un 47% la infraestructura arrojo inconformidades para el turista, ya que uno de los aspectos importantes para que ellos estén cómodos es que se cuenten con los servicios necesarios y en adecuado estado, pues parte de su confort es cumplir con una buena infraestructura que se adapte al lugar. Así también se señaló en los resultados que 43% mencionaron que es necesario que las autoridades correspondientes adecuen las vías de acceso y señalética, pues la falta de estas les generó conflicto para encontrar el santuario. La información se presenta en el Gráfico 9.

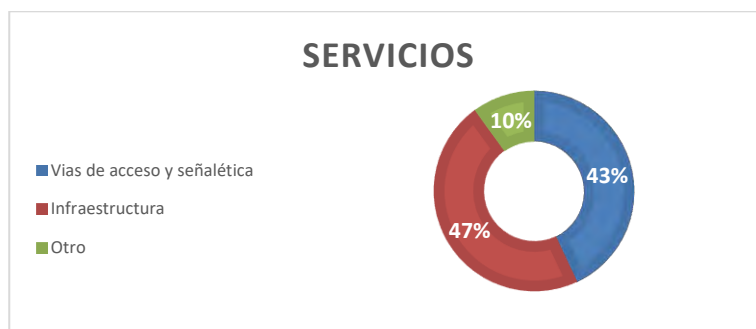


Gráfico 9 Categoría 9, Servicios que deberían ser mejorados.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Ahora bien, con toda la información analizada, se considera que se deberá tomar en cuenta la planificación turística en el destino, pues esta es esencial para el desarrollo de un producto como estrategia de competitividad, mediante la cual se plasmará la visión a futuro para su desarrollo local (Toro et al., 2015). Asimismo, este deberá garantizar la sustentabilidad y calidad en los servicios que se brindan (López, 2009). Además de que se espera que esta tipología de demanda analizada en el cuestionario sirva para el diseño de un producto turístico consolidado, ya que al conocer la información antes mencionada, pudimos observar que existen varias demandas de los visitantes, pues la zona aún carece de elementos esenciales que le permitan ser un destino sólido con un producto turístico ya sea que se pueda posicionar a la zona con un producto turístico de atracción excursionista, porque actualmente la mayor parte de las personas que visitan el sitio son visitantes, puesto que sólo permanecen un número determinado de horas, mientras que a largo plazo, si el Santuario se consolidará como un destino fortalecido el producto podría cambiar a la clasificación por afluencia de visitantes, estas categorizaciones están dadas por (Wallinger, 2011).

#### Conclusiones

Los resultados demuestran que la comunidad donde se encuentra el Santuario de la Luciérnaga aún carece de muchos elementos esenciales para que este pueda obtener la categoría de un destino turístico estable, en donde se

hable de una adecuada planificación que integre el diseño de un producto turístico encaminado al desarrollo sustentable, ya que actualmente la falta de infraestructura, ha generado el deterioro del destino, principalmente el uso de espacios del Santuario para hacerlo provisional para estacionamientos, locales de alimentos y bebidas, sanitarios, señalética, etc., así como también requieren de una gama de actividades que permitan desarrollar el interés del visitante por el sitio, pues en su mayoría el tipo de segmento de mercado que frecuenta es familiar los cuales tienen gusto por los paisajes naturales y una tendencia hacia el turismo rural y natural.

#### *Recomendaciones*

Nosotros consideramos que la planificación turística está muy relacionada con la creación de productos turísticos, el cual, si lo vemos como un sistema, podemos observar que todos los elementos se interrelacionan. Por lo tanto, los investigadores que se interesen en nuestra investigación podrían tomar en cuenta el estudio de cada uno de los elementos que conforman un producto turístico, basados en la normatividad de planificación turística, para que se analice como deberían establecerse los elementos siguiendo los lineamientos que en este caso nos da la SECTUR para un Pueblo Mágico.

### Referencias

- Araújo N., Fraiz, J. y Paúl, V. (2012). "El turismo activo como modalidad turística en expansión. Análisis de la oferta de turismo activo en España", *Contabilidad y Negocios*, 7 (1992-1896), 13.
- Ardila, A. (2015). "Turismo, los orígenes y significados", *Turismo y Sociedad*, 12.
- Castel, S. (2011). "La necesidad de una regulación específica e integral del turismo rural: Mirada comparativa caso Español", *Turismo y Sociedad*, 25.
- CONAFOR (2013). "El bosque de oyamel de Nanacamilpa, hábitat de las luciérnagas", *Comisión Nacional Forestal*, Gerencia Estatal Tlaxcala.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). "Metodología de la investigación", (5th ed.). México: Mc Graw Hill.
- López, A. (2009). "Sistema integrado de gestión para empresas turísticas", *Estudios gerenciales*, 21.
- Mara, R. y Varzin, G. (2008). "Modelos de competitividad para destinos turísticos en el marco de la sostenibilidad", *Revista de Administração Contemporânea*; 789-809.
- Millán, J. (2004). "Prioridad nacional: turismo". *Siempre!*, 2.
- Oviedo, C., Rivas, L., Trujillo, M. (2009). "Modelos de turismo y políticas públicas de 1970 a 2003 en México". *Investigación Administrativa*, 103(1870-6614), 20.
- Toro, G., Galán, M.L., Pico, L.A., Roza, Edna y Secuescún H (2015). La planificación turística desde el enfoque de la competitividad: caso Colombia. *Turismo y Sociedad*, 56.
- Wallingre, N. (2011). "El desarrollo de un nuevo destino turístico el caso de la ciudad de villa Elisa, Argentina", *Turismo y Sociedad*, 26.

### Notas Biográficas

La **LAT. María Elena López Lozano** es egresada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Economía de la empresa. Ha presentado 2 artículos en congresos nacionales.

El **M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez** es profesor colegiado SEPI – UPIICSA – IPN. Cuenta con las siguientes publicaciones: Cinco Libros; 44 Publicaciones y 62 artículos en las áreas de acreditación, calidad, educación e ingeniería (2003-2016) Reconocimientos: 9 reconocimientos. Programas y Proyectos de Investigación •Director de Ocho Programas de Investigación. •Director de Doce Proyectos de Investigación •Participante en trece Proyectos de Investigación Tesis Dirigidas 24 tesis de Maestría, 12 tesis de Licenciatura. Congresos Nacionales e Internacional: 30 Congresos Nacionales y 44 Congresos Internacionales.

El **LAI. David Roberto Esquivel Becerril** es egresado de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Estudios organizacionales. Ha presentado 3 artículos en congresos nacionales.

La **C.P Liliana Gómez Espinoza** es egresada de la Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás y Ciencias, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Estudios organizacionales.

# ESTRATEGIAS DE CONTROL VECTORIAL DE MOTORES DE INDUCCIÓN

Dr. Francisco Eneldo López Monteagudo<sup>1</sup>, M. en C. Oscar Daniel Vacío Loera<sup>2</sup>, Dra. María Auxiliadora Araiza Esquivel<sup>3</sup>, Dr. Carlos A. Olvera Olvera<sup>4</sup>, M. en C. Claudia Reyes Rivas<sup>5</sup>, Dr. Rafael Villeda Varela<sup>6</sup> y M. en C. Alejandro Chacón Ruiz<sup>7</sup>

**Resumen**—En el presente trabajo se describe la técnica del control vectorial así como la importancia y trascendencia de la utilización de motores de inducción en la industria y por qué resulta complicado aplicar una técnica de control clásico. Se presenta el modelo matemático del motor de inducción necesario para la aplicación de los algoritmos de esta técnica de control.

Los resultados se presentan mediante la simulación en Simulink de Matlab, los cuales muestran que el control vectorial cumple las expectativas al alcanzar el valor deseado de velocidad.

**Palabras Claves**—Control vectorial, motor de inducción, control indirecto, simulación del control vectorial, Simulink, Matlab.

## Introducción

En aplicaciones industriales, se ha comenzado a reemplazar a los motores de corriente directa por motores de corriente alterna, siendo la más popular el motor de inducción tipo jaula de ardilla [1], esto debido a su robustez, simplicidad, escaso mantenimiento y ahorro de energía, reduciendo así los costos de operación. El problema de utilizar este tipo de máquinas radica en el control de su velocidad [2-3].

El control de velocidad del motor de inducción es un problema complejo debido a varios motivos. En primer lugar la planta es un sistema no lineal, por lo tanto resulta complicado aplicar una técnica de control clásico. En segundo lugar es un sistema multivariable con variables difíciles de medir, además que algunos de sus parámetros varían durante la operación de la máquina.

Desde hace tiempo se ha trabajado en el desarrollo de modelos matemáticos para motores de inducción para obtener un sistema desacoplado del control de flujo y del par, consiguiendo así un modelo similar al de un motor de corriente directa. En 1972, Blaschke presentó la idea del control vectorial [3].

Existen dos variantes para la aplicación del control vectorial en el motor de inducción, que son el control directo y control indirecto.

El control directo es una técnica poco utilizada debido a que se necesita estimar el flujo y el par en la máquina, además de un control sobre cada una de estas variables, haciendo que la técnica se vuelva más compleja representando mayores costos [3].

Por el contrario, en el control indirecto solamente se requiere estimar la posición angular de la máquina, la cual se obtiene de integrar la velocidad instantánea en el eje de la misma [4].

Sin embargo, la tecnología con la que se contaba al inicio no permitía llevar a cabo los algoritmos necesarios para la ejecución de esta técnica de control. Fue necesario el desarrollo de la electrónica digital y la electrónica de potencia para hacer viable la aplicación de los algoritmos del control vectorial [5].

En este trabajo se muestra la aplicación del control vectorial a nivel simulación. Los resultados muestran que efectivamente se alcanza el valor deseado de velocidad.

## Modelo Matemático del Motor de Inducción

El modelo matemático del motor se obtuvo mediante la técnica del control vectorial indirecto. Las ecuaciones vectoriales de voltaje, corriente y flujo del motor de inducción son:

$$\vec{V}_s = R_s \cdot \vec{i}_s + \frac{d\vec{\phi}_s}{dt} + j\omega \cdot \vec{\phi}_s \quad (1)$$

Debido a que se toma en consideración que se está modelando un motor de inducción tipo jaula de ardilla, la ecuación de voltaje en el rotor queda de la siguiente manera:

$$\vec{V}_r = 0 = R_r \cdot \vec{i}_r + \frac{d\vec{\phi}_r}{dt} + j(\omega - \omega_r) \cdot \vec{\phi}_r \quad (2)$$

Las ecuaciones de los flujos de estator y rotor son:

$$\vec{\phi}_s = L_s \cdot \vec{i}_s + L_m \cdot \vec{i}_r \quad (3)$$

$$\vec{\phi}_r = L_m \cdot \vec{i}_s + L_r \cdot \vec{i}_r \quad (4)$$

Y las ecuaciones de Corrientes de estator y rotor son:

$$\vec{i}_s = \frac{1}{\sigma L_s} \cdot \vec{\phi}_s - \frac{L_m}{\sigma L_s L_r} \cdot \vec{\phi}_r \quad (5)$$

$$\vec{i}_r = -\frac{L_m}{\sigma L_s L_r} \cdot \vec{\phi}_s + \frac{1}{\sigma L_r} \cdot \vec{\phi}_r \quad (6)$$

### Control Vectorial

Como se mencionó anteriormente, la técnica de control vectorial lo que busca es conseguir un modelado parecido al del motor de corriente directa. Esto solamente se puede conseguir mediante la utilización de vectores espaciales y una descomposición de ejes  $d-q$  que permita desacoplar el flujo y el par así como convertir un sistema trifásico en uno bifásico. Para esto es necesario conocer la posición de los ejes  $d-q$  que permita llevar a cabo el control desacoplado del flujo y del par. Existen tres posibilidades de elección para cumplir con este objetivo, orientación del flujo del rotor, orientación del flujo del estator y orientación del flujo de entrehierro [3].

Para lograr un verdadero desacoplamiento, se ha comprobado que para que este pueda realizarse se ha de trabajar con orientación del flujo del rotor. Debido a esto, las ecuaciones de voltaje estarán en función del flujo del rotor  $\vec{\phi}_r$  que es una variable controlada y de la corriente de estator  $\vec{i}_s$  que es la variable de mando debido a que es fácil de medirse y de controlar. Para esto se despejarán el flujo de estator y corriente de rotor de las ecuaciones (4) y (5) quedando de la siguiente manera:

$$\vec{\phi}_s = \sigma L_s \cdot \vec{i}_s + \frac{L_m}{L_r} \cdot \vec{\phi}_r \quad (7)$$

$$\vec{i}_r = \frac{1}{L_r} \cdot \vec{\phi}_r - \frac{L_m}{L_r} \cdot \vec{i}_s \quad (8)$$

Ahora se sustituyen (7) y (8) en (1) y (2) y se obtiene:

$$V_s = R_s \cdot \vec{i}_s + \frac{L_m}{L_r} \cdot \frac{d\vec{\phi}_r}{dt} + \sigma L_s \cdot \frac{d\vec{i}_s}{dt} + j\omega \frac{L_m}{L_r} \cdot \vec{\phi}_r + j\omega \sigma L_s \cdot \vec{i}_s \quad (9)$$

$$0 = R_r \cdot \frac{L_m}{L_r} \cdot \vec{i}_s + \frac{R_s}{L_r} \cdot \vec{\phi}_r + \frac{d\vec{\phi}_r}{dt} + j(\omega - \omega_r) \cdot \vec{\phi}_r \quad (10)$$

Para obtener las ecuaciones del control vectorial indirecto es necesario establecer dos condiciones:

- Que el vector de flujo del rotor referido  $\vec{\phi}_r$  sea posicionado sobre el eje real, logrando que la componente en el eje real sea igual al valor total del mismo  $(\vec{\phi}_r = \phi_{dr})$  y que la componente en el eje  $q$  sea cero  $(\phi_{qr} = 0)$ .

- Mantener constante el flujo de manera que el par sea proporcional a la variación de la corriente en el eje  $q$  ( $i_{qs}$ ), obteniéndose así una ecuación similar a la del motor de corriente directa:

$$T_e = k \cdot \phi_{ds} \cdot i_{qs} \quad (11)$$

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, haciendo  $\omega = \omega_{mr}$  e igualando con 0 la componente  $q$  de flujo se obtiene la siguiente ecuación:

$$\vec{\phi}_r = \phi_{dr} = L_m \cdot \vec{i}_{mr} \quad (12)$$

En la Figura 1 se muestra el diagrama fasorial donde se representan las componentes de las magnitudes del flujo del rotor y la corriente del estator, en un sistema de ejes fijo en el estator  $\alpha-\beta$ , y otro un sistemas de eje  $d-q$  que gira a la velocidad del flujo magnético del rotor.



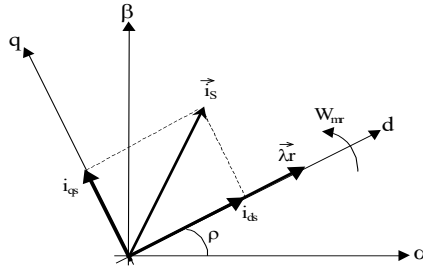


Figura 1. Diagrama fasorial de los ejes  $d$ - $q$  del rotor respecto a los ejes  $\alpha$ - $\beta$  del estator [5]

Sustituyendo (12) en (9) y (10) se tienen las siguientes ecuaciones:

$$\vec{V}_s = R_s \cdot \vec{i}_s + \frac{L_m^2}{L_r} \cdot \frac{d\vec{i}_{mr}}{dt} + \sigma L_s \cdot \frac{d\vec{i}_s}{dt} + j\omega_{mr} \frac{L_m^2}{L_r} \cdot \vec{i}_{mr} + j\omega_{mr} \sigma L_s \cdot \vec{i}_s \quad (13)$$

$$0 = R_r \frac{L_m}{L_r} \cdot \vec{i}_s + R_r \frac{L_m}{L_r} \cdot \vec{i}_{mr} + L_m \cdot \frac{d\vec{i}_{mr}}{dt} + j(\omega_{mr} - \omega_r) L_m \cdot \vec{i}_{mr} \quad (14)$$

Ahora dividiendo (13) entre  $R_s$  y (14) entre  $L_m$  se obtiene:

$$\frac{\vec{V}_s}{R_s} = \vec{i}_s + \frac{L_m^2}{L_r R_s} \cdot \frac{d\vec{i}_{mr}}{dt} + \sigma \frac{L_s}{R_s} \cdot \frac{d\vec{i}_s}{dt} + j\omega_{mr} \frac{L_m^2}{L_r R_s} \cdot \vec{i}_{mr} + j\omega_{mr} \cdot \sigma \frac{L_s}{R_s} \cdot \vec{i}_s \quad (15)$$

$$0 = \frac{R_r}{L_r} \vec{i}_s + \frac{R_r}{L_r} \vec{i}_{mr} + \frac{d\vec{i}_{mr}}{dt} + j(\omega_{mr} - \omega_r) \vec{i}_{mr} \quad (16)$$

Tomando en cuenta que  $\tau_s = \frac{L_s}{R_s}$ ,  $\tau_r = \frac{L_r}{R_r}$  y  $\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r}$  se obtiene:

$$\sigma \tau_s \frac{d\vec{i}_s}{dt} + \vec{i}_s = \frac{\vec{V}_s}{R_s} - j\omega_{mr} \sigma \tau_s \cdot \vec{i}_s - (1 - \sigma) \tau_s \cdot \frac{d\vec{i}_{mr}}{dt} - j\omega_{mr} (1 - \sigma) \tau_s \cdot \vec{i}_{mr} \quad (17)$$

$$\tau_r \frac{d\vec{i}_{mr}}{dt} + \vec{i}_{mr} = \vec{i}_s - j(\omega_{mr} - \omega_r) \tau_r \cdot \vec{i}_{mr} \quad (18)$$

Las ecuaciones (17) y (18) son las ecuaciones vectoriales del motor de inducción en un sistema de coordenadas que gira a velocidad del flujo del rotor. Primeramente se parte de la ecuación del par electromagnético del motor de inducción, que es:

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{P}{2} \text{Im}[\vec{i}_s \cdot \vec{\phi}_s] \quad (19)$$

Ahora se sustituye (7) en (19) obteniendo la siguiente ecuación:

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{P}{2} \frac{L_m}{L_r} \text{Im}[\vec{i}_s \cdot \vec{\phi}_r] \quad (20)$$

El vector de corriente de estator está dado por:

$$\vec{i}_s^e = \vec{i}_s^s e^{-j\rho} = i_{ds} + j i_{qs} \quad (21)$$

Sustituyendo (21) en (20):

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{P}{2} \frac{L_m}{L_r} \text{Im}[(i_{ds} + j i_{qs}) \cdot \vec{\phi}_r] \quad (22)$$

Y ya que el flujo está sobre el eje  $d$ , tiene sólo componente real, entonces el conjugado  $\vec{\phi}_r = \phi_r$ :

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{P}{2} \frac{L_m}{L_r} \phi_r \text{Im}[i_{ds} + j i_{qs}] \quad (23)$$

Finalmente, el par electromagnético para el control vectorial está dado por:

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{P}{2} \frac{L_m}{L_r} \cdot \phi_r \cdot i_{qs} \quad (24)$$

### Resultados de la simulación

En esta sección se muestra la simulación de la técnica de control vectorial indirecto con la herramienta del Simulink

de Matlab, la cual incluye un bloque dentro de la librería “Power Systems” llamado “Field Oriented Control Induction Motor Drive” que contiene los algoritmos del control vectorial indirecto, el cual se muestra en la Figura 2.

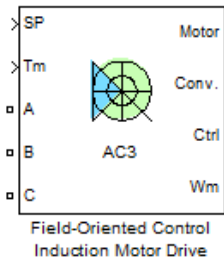


Figura 2. Bloque incluido en Simulink

Al abrir dicho bloque despliega un cuadro de diálogo mostrado en la Figura 3, el cual pide introducir los parámetros del motor, datos sobre los convertidores de potencia (rectificador e inversor) y los parámetros del controlador.

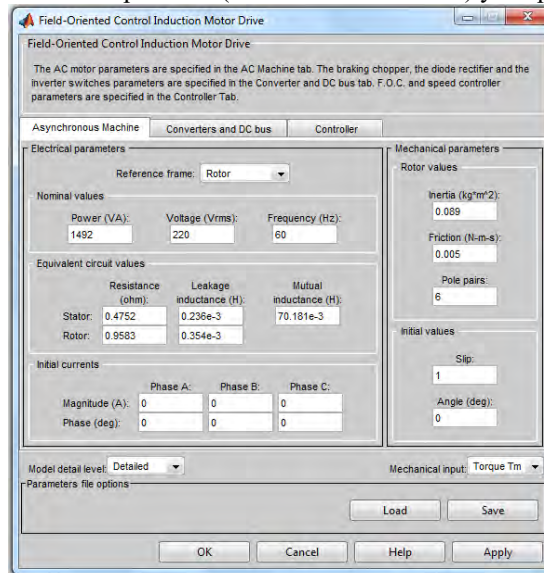


Figura 3. Cuadro de diálogo desplegado por el bloque “Field-Oriented Control Induction Motor Drive”

Una vez que se introdujeron los parámetros solicitados, se procedió a hacer el programa que permitiera realizar la simulación, el cual se muestra en la Figura 4.

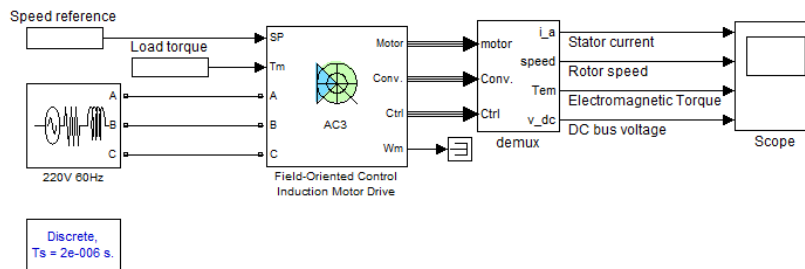


Figura 4. Programa realizado en Simulink para llevar a cabo la simulación

Como se puede observar en el programa de la Figura 4, se cuenta con una fuente de voltaje trifásica de 200 V y 60 Hz. También incluye bloques para introducir los valores de referencia de velocidad y de carga. A la salida del bloque “Field-Oriented Control Induction Motor Drive” se cuenta con un demultiplexor para seleccionar las señales que se desean ver, tales como corriente de estator, velocidad de rotor, par electromagnético y el voltaje en el convertidor de potencia.

La simulación se llevó a cabo introduciendo los valores de referencia de velocidad y carga, los cuales son 500 rpm y 0 Nm respectivamente.

En la Figura 5 se muestran los resultados de la simulación por medio de gráficas, en donde podemos ver la corriente de estator en A, velocidad del rotor en rpm (violeta) y una gráfica de par electromagnético vs. velocidad (amarillo), par electromagnético en Nm y voltaje del convertidor de potencia en V (gráficas enunciadas de arriba hacia abajo respectivamente).

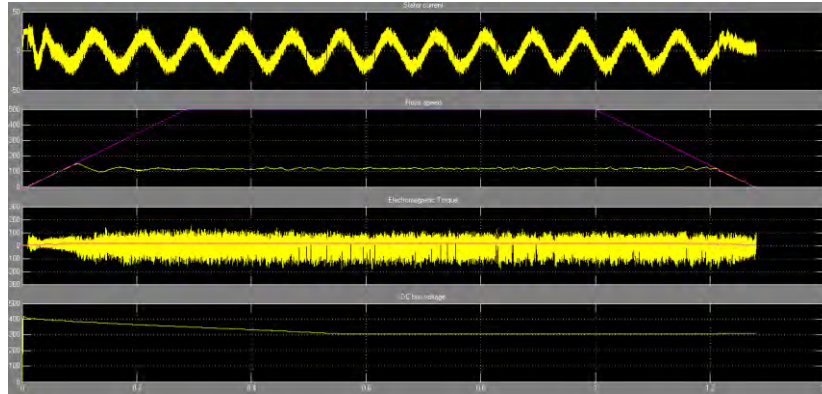


Figura 5. Resultados de la simulación

Se puede observar que efectivamente se cumple con el valor de velocidad deseado que fue propuesto en un principio.

### Conclusiones

Se puede realizar un modelo matemático del motor desacoplado del flujo y del par, el cual se puede comparar al del motor de corriente directa.

La técnica de control vectorial, aplicada a nivel simulación, cumple las expectativas debido a que alcanza el valor deseado de velocidad.

El problema de la técnica de control vectorial es ir corrigiendo las oscilaciones en la gráfica de par electromagnético vs. Velocidad, ya que este comportamiento no es deseado en la implementación física.

Las herramientas de simulación son de suma importancia, ya que así se puede saber si la aplicación práctica del sistema es viable, así como corregir errores en caso de que haya alguno.

### Nomenclatura.

$\vec{\phi}_r$  Flujo de rotor,  $\vec{\phi}_s$  Flujo de estator,  $\rho$  Posición angular del vector flujo del rotor,  $\sigma$  Coeficiente de dispersión,  $\tau_r$  Constante de tiempo eléctrica del rotor  $\tau_r = L_r/R_r$ ,  $\tau_s$  Constante de tiempo eléctrica del estator  $\tau_s = L_s/R_s$ ,  $w_r$  Velocidad del rotor,  $\vec{i}_r$  Corriente de rotor,  $\vec{i}_s$  Corriente de estator,  $L_m$  Inductancia mutua,  $L_r$  Inductancia del rotor,  $L_s$  Inductancia del estator,  $P$  Número de pares de polos,  $R_r$  Resistencia de rotor,  $R_s$  Resistencia de estator,  $T_e$  Par electromagnético,  $\vec{v}_r$  Voltaje de rotor y  $\vec{v}_s$  Voltaje de estator

En la Tabla I se muestran los parámetros obtenidos de la placa así como los parámetros de estator y rotor, los cuales fueron introducidos en el cuadro de diálogo de la Figura 3.

Tabla I. Parámetros del motor Siemens GP100.

V(V)	I(A)	F(Hz)	P(kW)	P (polos)	$R_s(\Omega)$	$R_r(\Omega)$	$L_s(\text{mH})$	$L_r(\text{mH})$	$L_m(\text{mH})$
230	6.4	60	1.492	6	0.475	0.958	0.236	0.354	70.181

### Referencias

- [1] R. Automation, *Conceptos básicos sobre el uso de los motores de inducción trifásicos*, Milwaukee: WP-Motors-ES, 1997.
- [2] S. J. Chapman, *Máquinas Eléctricas*, 3era edición, Colombia: McGraw-Hill, 2000.
- [3] J. L. Díaz Rodríguez, *Control por campo orientado del motor de inducción con adaptación de parámetros por modelo de referencia*, Tesis de Maestría, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 2000.
- [4] A. Alzate Gomes, A. Escobar Mejía, C.A. Torres, "Control Vectorial de la Máquina de Inducción" Scientia et Technica-2009, No. 43, p 55-60.

- [5] G. A. Flórez Castro, *Modelación y simulación del control vectorial por campo orientado del motor de inducción basado en el método indirecto*, Tesis de Licenciatura, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 2006.

### Curriculum de los autores

**Francisco Eneldo López Monteagudo** Graduado de Ingeniero Electricista en la Universidad Central de Las Villas Cuba en 1981, Doctor en Ciencias Técnicas. Actualmente es profesor-investigador Titular de la escuela de ingeniería eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas, con domicilio en la Avenida Ramón López Velarde 801, CP 98060 Zacatecas, Zacatecas, México.

**Oscar Daniel Vacío Loera** Graduado de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica en 2014, en la Universidad Autónoma de Zacatecas. Graduado de Máster en la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

**María Auxiliadora Araiza Esquivel**, Graduada de Ingeniero en Electrónica en Sistemas Digitales en 1994, Doctora en Ciencias Aplicadas en 2002, en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Profesor investigador en la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

**Carlos A. Olvera Olvera**, Dr. Graduado en automatización en la Universidad Autónoma de Querétaro, México 2008. Profesor investigador de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Av. López Velarde No 801 CP 98060 Zacatecas, México.

**Rafael Villela Varela**, Doctor en Educación y profesor del Cuerpo Académico “Sistemas de Control y Comunicaciones”, perteneciente a la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica y Comunicaciones, de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. López Velarde No 801 CP 98060 Zacatecas, México.

**Claudia Reyes Rivas**, Maestra en ingeniería con especialidad en control y profesora del Cuerpo Académico “Sistemas de Control y Comunicaciones”, perteneciente a la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica y Comunicaciones, de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. López Velarde No 801, México.

**Alejandro Chacón Ruiz**, Maestro en ingeniería con especialidad en comunicaciones y profesor del Cuerpo Académico “Sistemas de Control y Comunicaciones”, perteneciente a la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica y Comunicaciones, de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. López Velarde No 801, México

## Faja Ergonómica

Isabel Ernestina López Navarro M.A.<sup>1</sup>, Ángel Adad Franco Baltazar M.C.<sup>2</sup>, María Blanca Becerra Rodríguez Dra.<sup>3</sup>, Trejo Ocampo Elvia<sup>4</sup>, Reyes Martínez Sergio Alberto<sup>5</sup>

**Resumen**— El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) indica que, en México, al menos 8 de cada 10 personas sufren problemas dorso-lumbares; 4 de cada 8 son mujeres.

Con ésta consideración el presente proyecto pretende contribuir a la disminución de los problemas DORSO-LUMBARES en mujeres de 20 a 40 años, como pueden ser: dolores en la espalda baja, dolor de cintura, cadera, columna vertebral, dolor de hombros e inclusive problemas para dormir (insomnio, dolor de cabeza). Algunas de las causas de este problema de salud son: la falta de información sobre este padecimiento, y el uso correcto de productos que ayuden a la mejora de la espalda e incluso los movimientos correctos para laborar y evitar problemas de esta índole.

La capacitación a las mujeres que se dedican al ámbito de la agricultura, ama de casa o comerciantes, en temas de manipulación del uso correcto de la faja CONFORT-BELT y posturas.

**Palabras clave**— Faja, Ergonómica, Problemas dorso-lumbares

### Introducción

Algunas estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) indican que, en México, al menos ocho de cada diez personas sufren problemas dorso-lumbares en algún momento de su vida. De los cuales cuatro de cada ocho personas son mujeres. Viéndose el impacto en el aumento de las operaciones y por consecuente el costo. Además hay que tomar en cuenta que las operaciones de este tipo son de alto-riesgo ya que muchas veces no se obtienen los resultados esperados.

Las personas que suelen sufrir dolores de espalda a causa de su trabajo, mala postura u obesidad, constantemente necesitan de algún soporte o ayuda extra para poder corregir este padecimiento y en ocasiones para poder ayudar a terminar con el dolor que éste puede causar.

La lumbalgia es un término para el dolor de espalda baja, en zona lumbar, causado por trastornos relacionados con las vértebras lumbares y las estructuras de los tejidos blandos como músculos, ligamentos, nervios.

El dolor de espalda afecta a muchos trabajadores y representa, en la mayoría de los casos, permisos laborales por enfermedad y de discapacidad en un número mucho mayor que cualquier otra condición médica. Este tipo de procedimientos pueden corregirse, tratarse y aminorarse con soportes lumbares y con fajas.

El objetivo principal es presentar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de entrevistas, reportes de profundidad, y materiales a las personas involucradas. El análisis e interpretación de los resultados obtenidos se realizó en base a la teoría del análisis cualitativo y cuantitativo.

### Descripción del Método

EL objetivo de la investigación fue mediante la realización de una nueva investigación en el sitio pertinente. Se prevé una fase de planificación inicial de un mes de duración en el lugar donde se realizará el proyecto, el equipo de investigación desarrollará y ultimara los métodos de investigación (en colaboración con personas que padecen

---

<sup>1</sup> Isabel Ernestina López Navarro M.A. es Profesora de Taller de Investigación I y II en el Instituto Tecnológico de San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro. [isalopmx@yahoo.com.mx](mailto:isalopmx@yahoo.com.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup>El MC. Ángel Adad Franco Baltazar es Profesor de Taller de Herramientas Intelectuales en el Instituto Tecnológico de San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro. [aasub\\_academica@itsanjuan.edu.mx](mailto:aasub_academica@itsanjuan.edu.mx)

<sup>3</sup>Dra. María Blanca Becerra Rodríguez, docente del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro. [industrialblanca@gmail.com](mailto:industrialblanca@gmail.com)

<sup>4</sup>Elvia Trejo Ocampo, Estudiante del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, [davmo\\_112@hotmail.com](mailto:davmo_112@hotmail.com)

<sup>5</sup> Sergio Alberto Reyes Martínez, Estudiante del Instituto Tecnológico de San Juan del Río,

problemas dorso-lumbares). Se mantendrán reuniones y se concluirán los preparativos, incluidas las autorizaciones de personas de interés.

La investigación se llevará a cabo en un periodo de cuatro meses, seguido de un periodo de un mes dedicado al análisis y difusión de los datos.

Con la participación de algunos grupos de control, se llevará a cabo la fase de experimentación y validación de resultados preliminares en un periodo de dos meses y por último se dará una conferencia presentado los resultados obtenidos.

El proyecto se realizó en la comunidad de Boyecito Cadereyta, donde de acuerdo al análisis se observa que en esta comunidad se llevan a cabo actividades agrícolas donde hay más participación por parte de las mujeres.

Para llevar a cabo el proyecto de la Faja Comfort-Belt, se tuvo que realizar una larga investigación, sobre algunos aspectos para poder determinar cuál sería el mejor diseño para ayudar a las amas de casa, ya que se consideraron que son ellas las que realizan actividades donde hacen un mayor esfuerzo al levantar objetos pesados o incluso que pasan mucho tiempo en una mala posición y que por consecuente se ve afectada la zona de la espalda baja, mejor conocida como zona dorso-lumbar, pudiéndole ocasionar severas lesiones en esa zona si no se llegará a tratar e incluso pudiera llevarlas a tener que recibir una cirugía, y que además de no ser solo costosa también no se garantiza que la cirugía sea exitosa, es decir, la cirugía pudiera dejar a la persona paralizada de la cintura hacia abajo o pudiera ser total la pérdida de movimiento ya que es una zona muy delicada a tratar.

Se llevaron a cabo las encuestas como se muestra en la Figura 1, para determinar quiénes eran las participantes más idóneas para llevar a cabo la prueba piloto, esta parte fue de suma importancia, ya que dado las circunstancias de que solo se cuenta con una faja tenían que ser personas con características específicas o similares, tanto física, como de padecimientos asociados a este tipo de enfermedad, dando los siguientes participantes:

Fig. 1. Tabla de las participantes del grupo de control.

Nombre	Foto	Edad (años)	Peso (Kg)	Estatura (Metros)	Actividad que lleva a cabo	Dolores que padece	Inclinación	Actividad que llevan a cabo En el mes de Abril.
Martha Trejo Moran		25	68.5	1.63	Ama de Casa y Campo (SIEMBRA DE HORTALIZAS)	Tensión Muscular, dolor de cuello y Dificultad para dormir	Cucilllas	Escardar -Rejuntar más la tierra hacia la planta, para que enraíce.
Miriam Barrón Camacho		27	72	1.60	Ama de Casa y Campo (SIEMBRA DE HORATALIZAS)	Dolor de Cadera	Cucilllas	Escardar -Rejuntar más la tierra hacia la planta, para que enraíce
Jessica Camacho Trejo		23	62	1.61	Ama de Casa y Campo (SIEMBRA DE HORTALIZAS)	Dolor de Hombros	Cucilllas	Escardar -Rejuntar más la tierra hacia la planta, para que enraíce
Gabriela Martínez Ocampo		23	60	1.58	Ama de Casa y Campo (SIEMBRA DE HORTALIZAS)	Dolor en la cintura y dificultad para dormir, por el mismo dolor	Cucilllas	Escardar -Rejuntar más la tierra hacia la planta, para que enraíce

Fuente: Propia

Al momento de hacer las pruebas se determinó que serían dos grupos de control, el primer estaría conformado por **Gabriela Camacho Martínez y Jessica Camacho Trejo**, las cual estarían en el periodo del 10 de abril al 23 de abril de 2017, en un monitoreo diario.

El segundo grupo estuvo conformado por **Miriam Barrón Camacho** y **Martha Trejo Moran**, las cuales estarían en el periodo del 25 de abril al 9 de mayo de 2017 con un monitoreo semanal.

La diferencia del monitoreo, fue la disponibilidad de tiempo por parte del equipo de investigación.

En esta parte se midió cómo se beneficiaba la persona que usaba la faja y la que no, por lo cual en el grupo uno se decidió que quien usara la faja fuera **Gabriela Martínez Ocampo** y en el segundo grupo **Miriam Barrón Camacho**, solo dos personas podían tener la faja, dado que solo se cuenta con una y es de una talla en específico.

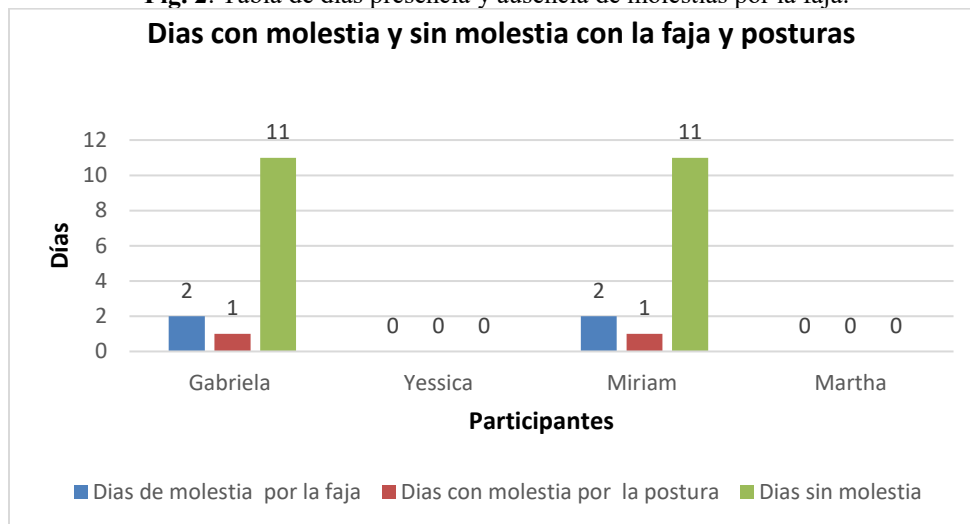
Además de que se tenían que medir como eran que se comportaban las participantes con la ausencia y presencia de la faja y así poder determinar si es conveniente el uso de la faja en este tipo de labores.

Se tuvo que llevar a cabo un análisis entre los integrantes del equipo, ya que al estar bajo esta condición ambiental, se dificulta realizar las actividades de trabajo ya que la faja causa incomodidad puesto que las personas no están acostumbradas a trabajar con alguna faja y la temperatura es un factor que no ayuda a desempeñar bien las actividades.

Otro tema que se abordó fue el realizar las posturas correctas que deberían optar las participantes para que los resultados obtenidos, fueran lo más satisfactorios posibles combinados con el uso de la faja. Para lo cual se estableció que después de 5 días de usar la faja se les indicaría como realizar las actividades de la mejor manera posible como se muestra en la Figura 2.

**Días de adaptación**

**Fig. 2.** Tabla de días presencia y ausencia de molestias por la faja.

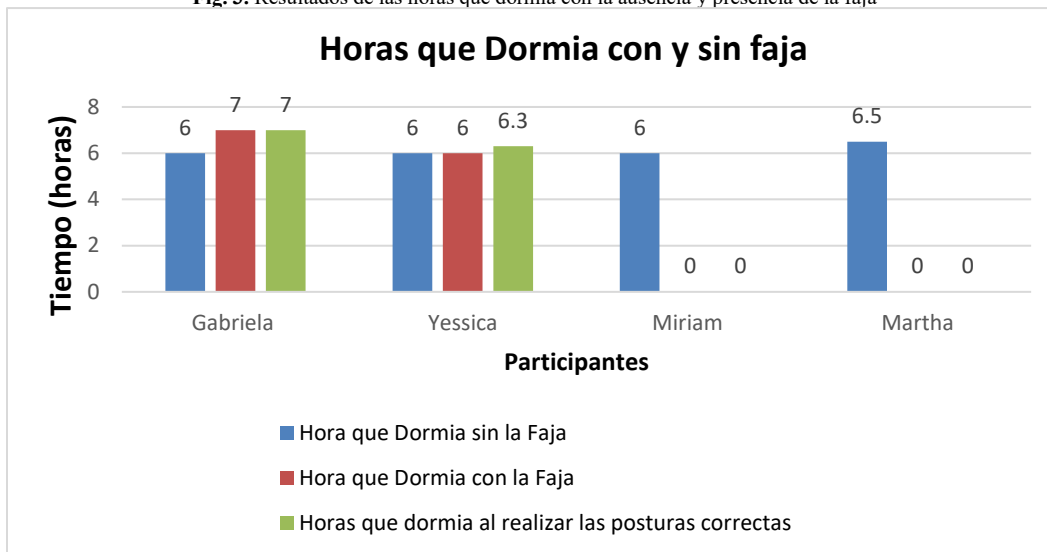


*Fuente: Propia*

- Los primeros dos días las participantes mostraron molestia, por el uso de la faja, esto es debido a que no estaban acostumbradas a utilizar algún tipo de faja o soporte para realizar sus actividades, afortunadamente eso cambió a partir del tercer día como se muestra en la figura.
- La segunda buena noticia, es que cuando se les indicó el uso de posturas, solo mostraron un día de molestia, esto es debido a que las participantes comentaron que la faja les daba directamente la postura correcta, por lo cual en este caso solo hubo un día de molestia para esta fase de adaptación (no mostraron tanta molestia).
- Se puede decir que en la fase de adaptación de la faja, en promedio fueron 3 días los que generaron molestia en las personas. En el caso de las otras dos participantes, no hubo ningún cambio en el transcurso de la semana.

### ¿Pudo dormir Mejor?

Fig. 3. Resultados de las horas que dormía con la ausencia y presencia de la faja



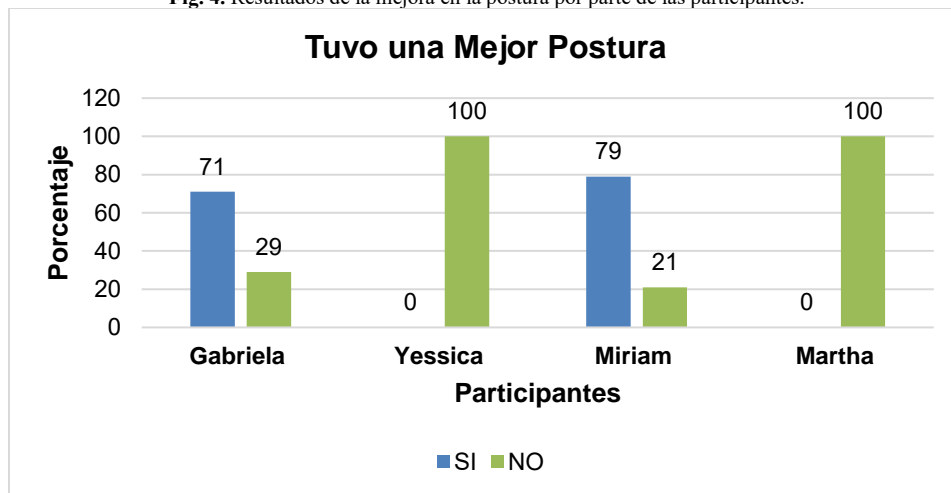
Fuente: Propia

- En la Figura 3, como se puede observar en la mayoría de los días pudo dormir mejor, a los acostumbrados. El otro 20% es debido a que como nunca había utilizado una faja. Los primeros días fue algo incómodo hasta que se le logro adaptar mucho mejor.

Afortunadamente en un más del 50% pudo dormir mejor

### ¿Mejoro su Postura?

Fig. 4. Resultados de la mejora en la postura por parte de las participantes.



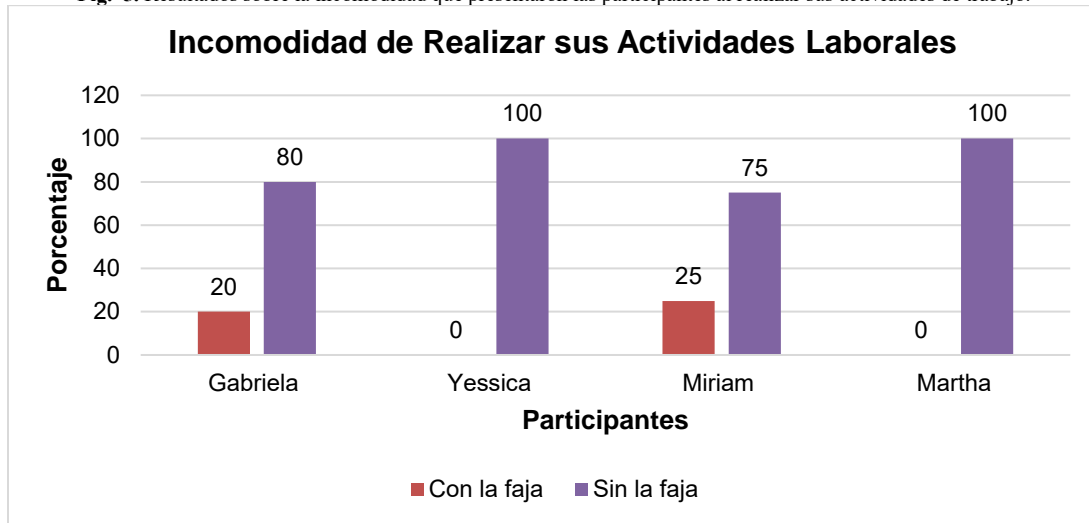
Fuente: Propia

En la Figura 4, se presentan los resultados respecto a la postura de las candidatas, ya que sus resultados fueron notorio, respecto a las que usaron la faja, respecto al mejoramiento de su postura.

### ¿Fue incomodo realizar sus actividades con las fajas?



Fig. 5. Resultados sobre la incomodidad que presentaron las participantes al realizar sus actividades de trabajo.

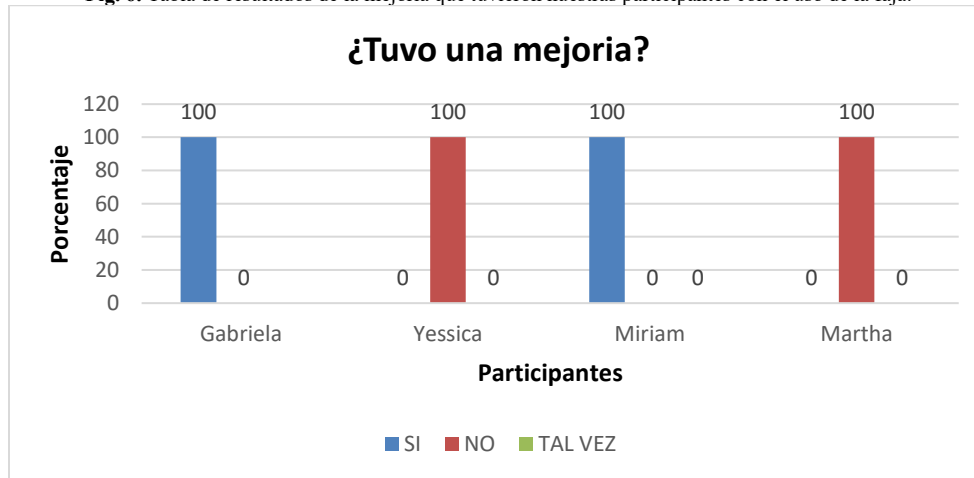


Fuente: Propia

### ¿En conclusión tuvo una mejoría?

La participantes que utilizaron la faja mostraron un poco de molestia al realizar sus actividades laborales, esto debido a que ellas no están acostumbradas a llevar a cabo sus actividades con una faja o soporte, por lo cual fue algo incómodo en los tres primeros días de adaptación.

Fig. 6. Tabla de resultados de la mejoría que tuvieron nuestras participantes con el uso de la faja.

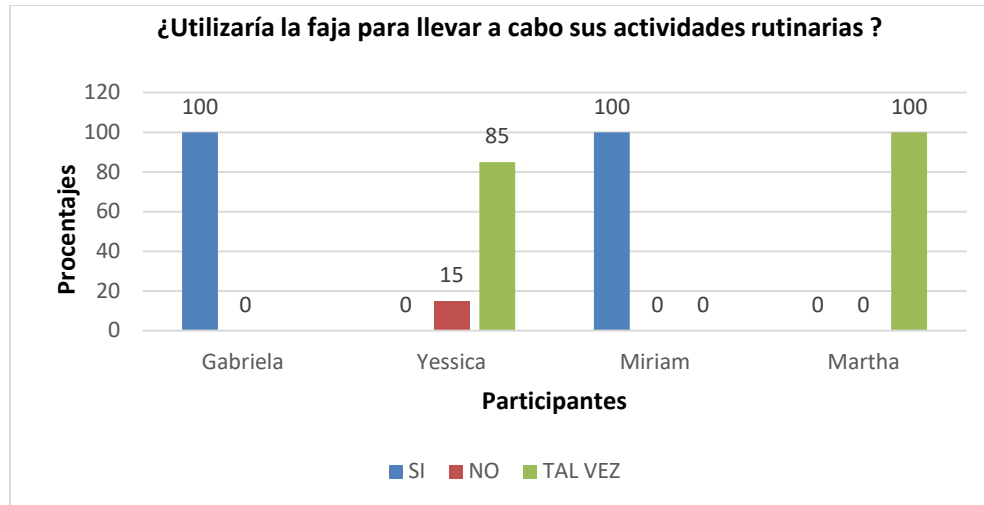


Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados mostrados por la Figura 6. Las participantes tuvieron una mejoría notoria a diferencia de las que no la utilizaron.

### ¿Utilizaría la faja para llevar a cabo sus actividades?

Fig.7. Resultados sobre el uso de la faja constantemente.



*Fuente: Propia*

En la Figura 7, se puede observar que las participantes estarían dispuestas a usar la faja para desarrollar actividades cotidianas y no solo contestaron esto las participantes que utilizaron la faja, sino también las que no la utilizaron.

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que la faja CONFORT-BELL fue de gran beneficio para el grupo de control estudiado, ya que dos de las participantes se vieron beneficiadas al disminuir sus padecimientos dorso-lumbares. Estimulan el hábito al uso de técnicas adecuadas para el levantamiento de pesos.

Proporciona un firme apoyo al área lumbar baja ante el esfuerzo de cargas. Además de poder considerarse la faja como un soporte que ayuda a reducir la fuerza que se aplica sobre la columna, por medio de compresión en la zona lumbar, ayuda a prevenir lesiones en la espalda baja y permite mantener una postura más adecuada.

Así mismo el proyecto se vio beneficiado, dado a que los datos obtenidos, brindaron información para llevar a cabo mejoras o recomendaciones para la fase No.2 del proyecto. Se pudo observar que las participantes que utilizaron **la faja Confort-Belt**, para llevar a cabo sus actividades cotidianas, pudieron disminuir las molestias que se presentaban en la zona dorso-lumbar (dolor de cintura, cadera, hombros), la postura y por ende la molestia que se tenía para poder concebir el sueño por las molestias presentadas por estos padecimientos, a diferencia de las participantes que no la utilizaron.

Y por último, nosotros como investigadores nos dimos cuenta que es importante desarrollar trabajos de investigación que beneficien a la sociedad y a nosotros mismos como estudiantes o desarrolladores de proyectos.

### BIBLIOGRAFÍA

1. González P., Ceballos J. (2003). Manual de Antropometría. Departamento de Cultura Física Terapéutica. CUBA.
2. Lohman T., Roche AF, Martorell R. (1991). Anthropometric standardization reference manual: Abridged edition. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, USA.
3. Prevención de Riesgos Ergonómicos. Instituto de Seguridad y Salud Laboral.
4. Perichart O. (2005). Federación Nacional de Neonatología de México, A.C. México, D.F.
5. Mas D., (2015). Evaluación Postural Mediante El Método OWAS. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
6. Ergonómicos. Instituto de Seguridad y Salud Laboral

# PUESTA EN MARCHA DE UN EQUIPO DE SÍNTESIS DE PELÍCULAS DELGADAS POR EL MÉTODO DE DEPOSITACIÓN QUÍMICA DE VAPOR ASISTIDA POR AEROSOL

Ing. Jesús David López Preciado<sup>1</sup>, Dr. Juan Ramos Cano<sup>1</sup>, Dr. Mario Miki Yoshida<sup>2</sup>,  
M.C. Pedro Piza<sup>2</sup>, Dr. Gregorio González Zamarripa<sup>3</sup>, M.C. María Gloria Rosales Sosa<sup>1</sup>

**Resumen**—Diferentes métodos existen para sintetizar partículas nanométricas, una división de estas es métodos físicos y métodos químicos. La forma de sintetizarse depende principalmente de blancos que contienen el precursor (físicos) o de soluciones que contienen el precursor (químicos). El objetivo de este trabajo es mostrar un procedimiento químico de la puesta en marcha de un equipo de deposición química de vapor asistido por aerosol (CVD-AA). El equipo fue instalado por personal del centro de investigación de materiales avanzados, dirigido por el Dr. Mario Miki Yoshida y el M.C. Pedro Piza. El equipo (semiautomático) consta de un software diseñado para controlar las variables importantes. En la figura 2 se muestran las partes más importantes del equipo. En este equipo se realizaron pruebas de síntesis de algunos materiales ferroelectricos y finalmente con el objetivo de comprobar la deposición las muestras fueron caracterizadas (espesor y micro estructura) en microscopio electrónico de barrido (MEB).

**Palabras clave**—CVD-AA, películas delgadas, Titanato de Plomo (PbTiO<sub>3</sub>), partículas nanométricas, MEB (microscopio electrónico de barrido).

## Introducción

De acuerdo al objetivo planteado en este trabajo se presenta el método de elaboración de películas delgadas por medio de CVD-AA incluyendo las partes fundamentales del equipo así como su comportamiento y funcionamiento de cada parte. Este método tiene como principales ventajas 1) facilidad de agregar dopantes en cualquier proporción a la película tan solo con el hecho de introducirlos a la solución precursora, 2) el método no requiere de partes costosas como bombas de alto vacío u otros dispositivos, representando una gran ventaja en instalaciones a nivel industrial [1]. Principalmente su bajo compromiso de costos en la síntesis, el método CVD-AA está siendo muy utilizado en la deposición de películas delgadas, debido principalmente al buen control en la velocidad de deposición, temperaturas de deposición relativamente bajas y un amplio rango de precursores utilizados, con lo que se aseguran entre otras cosas, un adecuado grado de purificación de los óxidos obtenidos, además de un adecuado control de la composición, estequiometría y morfología de las partículas [2]. El equipo mencionado con el cual se realizó este trabajo está considerado como semiautomático ya que consta de un software con el que se puede controlar directamente la temperatura del horno, la velocidad de las toberas, el flujo del gas, la distancia de recorrido de la tobera, número de capas y arranque del nebulizador. Este trabajo contiene información sobre cómo preparar las soluciones a partir de los precursores a depositar, así como las partes principales del equipo, sus variables más importantes a controlar y la influencia de estas sobre la película, donde se incluye el manejo del software (2.2), así como el resultado de unas pruebas corridas en el equipo[3-6].

<sup>1</sup> Ing. Jesús David López Preciado, Ingeniero egresado de la Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila, Monclova, Coahuila. [Chuzo\\_014@hotmail.com](mailto:Chuzo_014@hotmail.com)

<sup>1</sup> Dr. Juan Ramos Cano (autor correspondiente), investigador de la Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila, Monclova, Coahuila. Nivel 1 SNI [jramos@uadec.edu.mx](mailto:jramos@uadec.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. Mario Miki Yoshida, investigador del Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV) nivel 3 del SNI. [Mario.miki@cimav.edu.mx](mailto:Mario.miki@cimav.edu.mx)

<sup>2</sup> M.C. Pedro Piza, investigador del Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV) nivel 1 del SIN. [Pedro.piza@cimav.edu.mx](mailto:Pedro.piza@cimav.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. Gregorio González Zamarripa, investigador de la Universidad Politécnica de Monclova, Monclova, Coahuila. [gregorio55@gmail.com](mailto:gregorio55@gmail.com)

<sup>1</sup> M.C. María Gloria Rosales Sosa, investigador de la Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila, Monclova, Coahuila. [mrosales@uadec.edu.mx](mailto:mrosales@uadec.edu.mx)

## Descripción del Método

### Parte experimental

La parte experimental de este trabajo, consto de la deposición de una película de titanato de plomo ( $PbTiO_3$ ) y un tratamiento térmico de recocido, ya que estas películas son nano cristalinas [7-10]. La caracterización de espesor y micro estructura se realizo en un microscopio electrónico de barrido (MEB) marca Hitachi. La figura 1 muestra un diagrama de flujo de la síntesis de las películas de  $PbTiO_3$

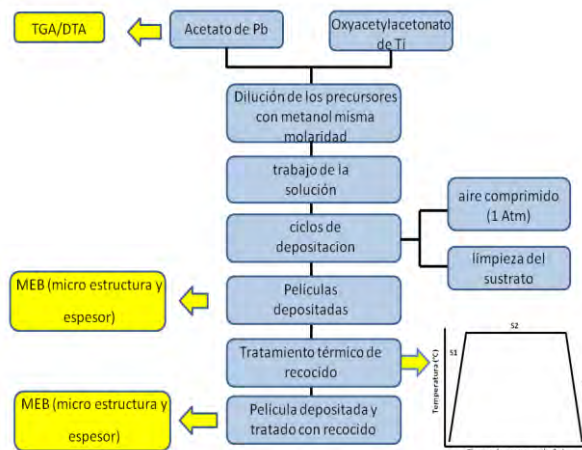


Figura 1.- Diagrama de flujo correspondiente a la síntesis de películas de  $PbTiO_3$

### Proceso de síntesis para las muestras de $PbTiO_3$ (PT)

En nuestro caso la temperatura teórica de deposición ( $450^{\circ}C$ ) la obtuvimos de análisis termo gravimétrico anteriormente realizados [1]. Inicialmente se preparo una solución de 150 ml de titanato de plomo (PT) a una concentración de .05 molar, con solutos separados, se determinó el peso de los precursores con la siguiente fórmula:

$$g = MVPM \quad (1)$$

Donde:

g= gramos del soluto requerido, M= molaridad, V=volumen, PM= peso molecular  
Acetato de Plomo tri-hidratado [ $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ ]=379.33 gr/mol

$$g = (.05 \text{ Mol/Lts})(.15 \text{ Lts})(379.33 \text{ gr/mol})$$

$$g = 2.844 \text{ gr de acetato de plomo requeridos para dicha concentracion}$$

Oxiacetilacetato de Titanio (IV), [ $C_5H_8O_2TiO_2$ ]=262.08 gr/mol

$$g = (.05 \text{ Mol/Lts})(.15 \text{ L})(262.08 \text{ gr/mol})$$

$$g = 1.971 \text{ gr de titanio (IV) requeridos para dicha concentracion}$$

En base a las formulas anteriores se pesaron 2.844 gr de acetato de plomo y 1.971 gr de Titanio (IV) disueltos en 150 ml de metanol y fueron puestos en agitación por un lapso de 1 hr a nivel de agitación 6, una vez preparada la solución se procedió a la síntesis iniciando con la programación del software del equipo CVD-AA con las siguientes condiciones: Capas del depósito=10, longitud de la plataforma= 25mm. En la tabla 1 se muestran las condiciones más importantes de la síntesis. Se depositaron dos muestras denominadas PT/1 y PT/2 sobre sustratos de platino, el tamaño de la muestra fue de 25mm la cual se corto en dos partes, una para hacer un análisis antes y después del tratamiento térmico. Para esto los sustratos fueron lavados con metanol y acetona 99.9%, los cuales se colocaron en el porta muestras del equipo ver figura 2.

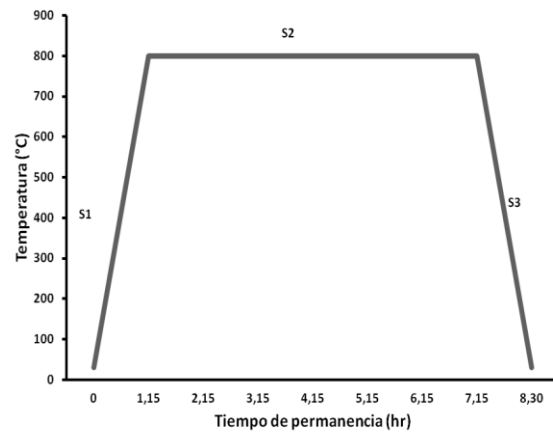
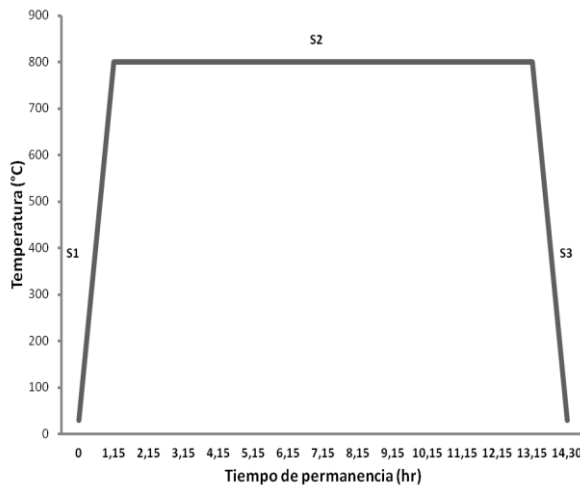
**Tabla 1.- condiciones más importantes a controlar para las muestras PT/1 y PT/2**

<i>Condiciones a controlar</i>	<i>Muestra PT/1</i>	<i>Muestra PT/2</i>
Concentración(Mol/Lts)	.05	.05
Temperatura del horno (°C)	475	475
Velocidad de tobera(mm/min)	10	10



**Figura 2.- Equipo de deposición química de Vapor asistido por aerosol (CVD-AA)**

Las muestra se sometieron a un tratamiento térmico de recocido (debido a que este tipo de películas tienen una fase meta estable llamada piro cloro que se forma a temperaturas bajas y no son nano cristalinas por lo que es necesario realizar un recocido para obtener la fase deseada) [7-10]. Los tratamientos térmicos se realizaron en un horno de tubo horizontal Carbolite con las siguientes condiciones: para la muestra PT/1 el horno inicio a temperatura ambiente a una velocidad de 10°C/min hasta los 800°C en un lapso aproximado de 1hr 20 min (S1), después se mantuvo a temperatura de 800°C por 12 hrs de tiempo de permanencia (S2) y se enfrió a temperatura ambiente teniendo un tiempo total del tratamiento de 14 hrs y 40 min (S3). Para la muestra PT/2 las condiciones fueron las mismas a excepción del tiempo de permanencia que fue de 6 hrs como se muestra en las figuras 3 y 4.



**Figura 3 y 4 Rampa de tratamiento térmico de recocido para las muestras PT/1(Izquierda) y PT/2 (Derecha)**

Finalmente las muestras PT/1 y PT/2 con recocido y sin recocido fueron caracterizadas en microscopio electrónico de barrido (MEB) con la finalidad única de verificar que realmente existió depósito sobre las películas.

### RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Referente al análisis y los resultados obtenidos tenemos lo siguiente: las figuras 5 y 6 corresponden a las muestras PT/1 y PT/2 sin recocido, y en las figuras 7 y 8 corresponden a las muestras PT/1 y PT/2 con recocido. En su análisis se observa que las muestras PT/1 y PT/2 sin recocido no presentan un grano cristalizado, mientras que las muestras PT/1 y PT/2 con recocido muestran una micro estructura granular a nivel manométrico característico de los materiales recocidos, además se observó que aparecen en las imágenes partículas de precursores de titanio y plomo que no fueron totalmente disueltas. Los incisos 5b), 6b), 7b) ,8b) de las figuras 5, 6,7 y 8 presentan espesores de las películas PT/1 y PT/2 con y sin recocido, con lo que se justifica que efectivamente el equipo está apto para sintetizar películas delgadas, que fue el objetivo fundamental de este trabajo.

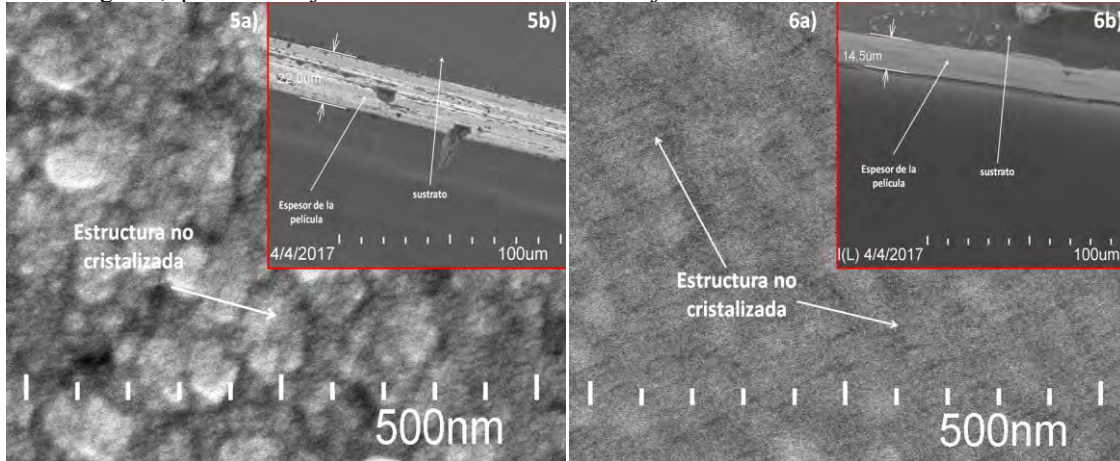


Figura 5 y 6.- muestras PT/1 y PT/2 sin recocido los incisos 5a) y 6a) muestran la micro estructura de la muestra y los incisos 5b) y 6b) el espesor de la muestra

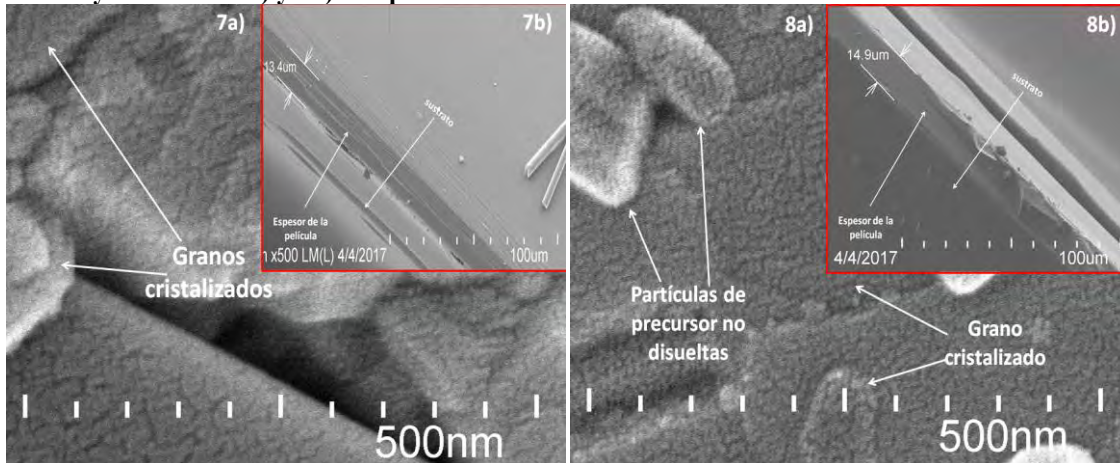


Figura 7 y 8.- muestras PT/1 y PT/2 con recocido los incisos 7a) y 8a) muestran la micro estructura de la muestra y los incisos 7b) y 8b) el espesor de la muestra (recuadro)

### CONCLUSIONES

Según la caracterización en microscopio electrónico de barrido (MEB) se concluye que efectivamente se pudo obtener depósito sobre el sustrato, esto lo justifica el espesor de las películas como aparece en los incisos 5b), 6b) ,7b) ,8b) de las figuras 5, 6,7 y 8. Por otro lado los granos que aparecen en las figuras 7 y 8 dan un indicador que efectivamente hubo una cristalización de las películas. Además de demostrar la funcionalidad del equipo mencionado.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la facultad de ciencias químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila por su valiosa cooperación en la caracterización de microscopio electrónico de barrido, así como al doctor Mario Miki Yoshida y al M.C. Pedro Piza del centro de investigación de materiales avanzados (CIMAV) por el apoyo brindado en la instalación del equipo CVD-AA.

## Referencias

- [1]. Ramos CJ. Procesamiento de películas PZT mediante CVD-AA, cerca a la zona morfo trópica y caracterización de sus propiedades micro estructurales, ferro eléctricas y mecánicas., Tesis Ph.D. Chihuahua (México): Centro de Investigación en Materiales Avanzados, 2013.
- [2]. A.R. Raju, C.N.R. Rao, 1995 Oriented Ferroelectric Thin Films of PbTiO<sub>3</sub>, (Pb, La) TiO<sub>3</sub>, and Pb (Zr, Ti) O<sub>3</sub> by Nebulized Spray Pyrolysis. Appl.Phys.Lett. 66: 896-898.
- [3]. B Thangaraju and P Kaliannan. Optical and Structural studies on spray deposited PbO thin films. Semicond. Sci. Technol. 15(2000) 542-545.
- [4]. Nickolay Golego, S.A. Studenikin, and Michael Cocivera. Properties of Dielectric BaTiO<sub>3</sub> Thin films Prepared by Spray Pyrolysis. Chem Mater. 1998, 10, 2000-2005.
- [5]. P. Amezaga-Madrid, W. Antunez-Flores, M. Miki-Yoshida. Micro structural Properties of multi-nano-layered YSZ thin films. Journal of Alloys and Compounds, Journal of Alloys and Compounds 495 (2010) 629-633.
- [6]. M. Cruz, L. Hernan, J.Morales, L.Sanchez. Spray Pyrolysis as a method for preparing PbO coatings amenable to use in lead-acid batteries. Journal of Power Sources 108 (2000) 35-40.
- [7]. Levi, C.G. 1998 Metaestability and microstructure evolution in the synthesis of inorganic from precursors. Actamater. 46: 787-800
- [8]. Naratip Vittayakorn, Gobwute Rujijanagul, David P. Cann. Investigation of the influence of thermal treatment on the morphologies, dielectric and ferroelectric properties of PZT-based ceramics. Journal of Alloys and Compounds 440 (2007) 259-264
- [9]. D. Barrow, C.V.R. Vasants Kumar, R. Pascual and M. Sayer. Crystallization of sol gel PZT on aluminum and platinum metallization. Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 243 (1992) 113-122.
- [10]. Ye-Sul Jeong, Hyun-Uk Lee, Sang-A Lee, Jong-Pil Kim, Hyun-Gyu Kim, Se-Young Jeong, Chae-Ryong Cho. Annealing effect of platinum-based electrodes on physical properties of PZT thin films. Current Applied Physics 9 (2009) 115-119.

## Notas Biográficas

El Ing. **Jesús David López Preciado** es egresado de la Facultad de Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila. Obteniendo el título de ingeniero químico metalurgista y materiales.

El Dr. **Juan Ramos Cano** tiene una línea de investigación relacionada con síntesis y caracterización de materiales ferroelectricos en forma de películas delgadas.

El Dr. **Mario Miki Yoshida** tiene una línea de investigación relacionada en síntesis de películas delgadas por el métodos de CVD-AA de diferentes óxidos además es experto en caracterización por SEM y TEM.

El M.C **Pedro Piza** tiene una línea de investigación en caracterización de películas delgadas por el método Raman

El Dr. **Gregorio González Zamarripa** tiene una línea de investigación en síntesis de materiales por el método de hidro metalurgia y análisis de residuos en sistemas acuosos.

La M.C. **María Gloria Rosales Sosa** tiene una línea de investigación en la síntesis de materiales ferro magnético y ferroelectricos.

## APENDICE A:

### Esquema representativo referente a la clasificación de métodos en la elaboración de películas delgadas.

#### 1.- Procesos físicos (PVD);

(a) **Deposición por evaporación de haz de electrones**

(b) **Erosión catódica (sputtering):**

- **Radio frecuencia (RF)**
- **Corriente directa (D.C.)**

(c) **Erosión por bombardeo de haz de iones (Ion beam sputtering)**

(d) **Sembrado de iones**

#### 2.- Procesos químicos;

(a) **Método sol-gel (dipping, spin, coating)**

(b) **Deposición química de vapor (CVD):**

- **Descomposición de precursor metal orgánico (MOCVD)**

**CVD asistido por aerosol AACVD (espray Pirolisis).**

# Diagnóstico de las necesidades de capacitación en protección civil en caso de contingencia: Caso ESCOM

José Jaime López Rabadán<sup>1</sup>, Jessie Paulina Guzmán Flores<sup>2</sup>,  
Hermes Francisco Montes Casiano<sup>3</sup>

**Resumen.** El presente estudio pretende identificar que sabe la comunidad de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional en temáticas de la protección civil: cómo actúan, que medidas tomarían en caso de que tuvieran que ayudar en alguna contingencia que se presente para asegurar su integridad física y de su comunidad. Para ello empleamos métodos mixtos de investigación que permiten integrar diferentes técnicas como las entrevistas, las encuestas y el análisis documental de los protocolos de atención y prevención de contingencias institucionales. Esto nos permitirá identificar las necesidades de capacitación en materia de protección civil, así como identificar las medidas de autoprotección, prevención y atención de contingencias que ya aplican. Esta reflexión deriva del Proyecto de investigación: “Diseño de una estrategia de comunicación tecnológica para la atención a contingencias en el Instituto Politécnico Nacional.”

## Introducción

La Secretaría General del Instituto Politécnico Nacional es la instancia responsable de regular y conducir la política interna del instituto, con el propósito de lograr la convivencia armónica, el desarrollo integral, una cultura de la protección civil y la seguridad de toda la comunidad politécnica. Para lograrlo, incorporaron en las Unidades Académicas los Comités de Seguridad y Contra la Violencia (COSECOVI) integrado por varias brigadas (Secretaría General del Instituto Politécnico Nacional, 2017). En caso de sanciones administrativas la cuales abarcan problemas como maltrato entre iguales, daños a la propiedad del IPN, agresiones esporádicas, portación de armas o materiales explosivos, acoso entre integrantes de la comunidad, consumo de alcohol o drogas o cualquier otra acción que implique una acción administrativa; se debe dar informe a COSECOVI, el cual recopila información y de ser posible busca la conciliación o una solución alterna, como en el caso de consumo de alcohol o drogas en la que se canalizará al tratamiento adecuado; el caso se llevará a la autoridad de la Unidad Académica y si fuera necesario se turnará a una instancia resolutoria como consejo, Órgano Interno de Control, etc.

En materia de la cultura de la protección civil y la seguridad el COSECOVI conforma brigadas al interior de las unidades académicas y administrativas, que tienen determinadas las funciones de búsqueda, rescate, incendio, explosivo, sismo, comunicación, evacuación, inmuebles, prevención, combate, primeros, auxilios. (civil, 2017)

En el caso de la Escuela Superior de Cómputo no es la excepción en la articulación del COSECOVI y las brigadas, pero después de los sismos la comunidad en general ha manifestado incertidumbre en los protocolos de actuación y reacción, por esta razón nos dimos a la tarea identificar y detectar las necesidades de capacitación a la comunidad para su prevención, autoprotección y reacción ante los posibles riesgos.

## Descripción del Método

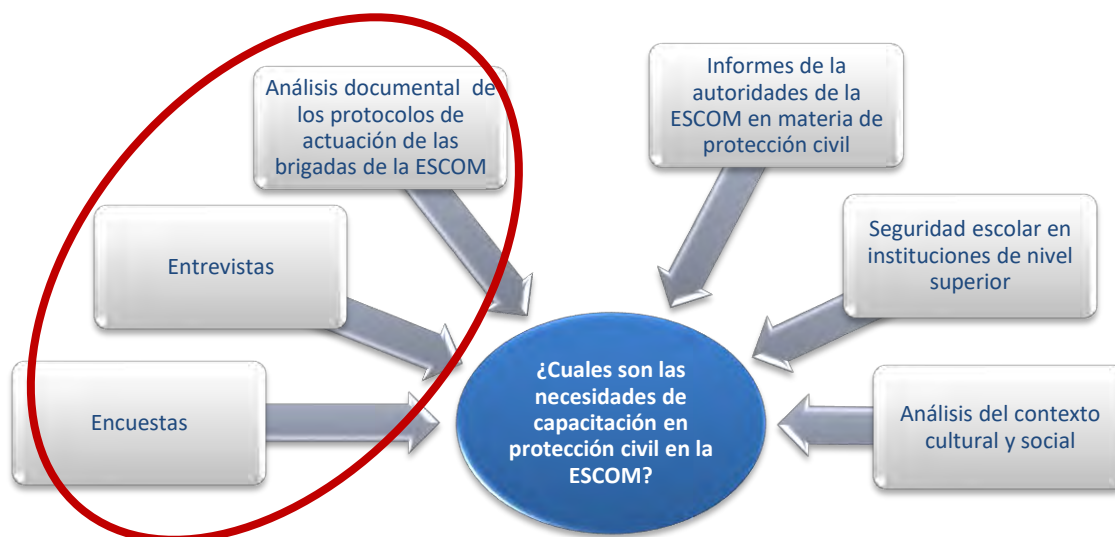
Empleamos la triangulación metodológica de investigación que se ve representada en la Figura 1. De las cuales para efectos de la presente aplicaremos entrevistas, encuestas y el análisis documental de los protocolos actuación de las brigadas de la ESCOM. La triangulación de estos métodos de investigación y de datos permite una comprensión holística de la realidad e incrementar el grado de credibilidad del análisis de la información cualitativa que nos permita identificar las necesidades de capacitación en materia de protección civil, así como identificar las medidas de autoprotección, prevención y atención de riesgos.

<sup>1</sup> M. en C. José Jaime López Rabadán es docente de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, México. [jlopezr@ipn.mx](mailto:jlopezr@ipn.mx)

<sup>2</sup> M. Jessie Paulina Guzmán Flores es docente de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, México. [jguzmanf@ipn.mx](mailto:jguzmanf@ipn.mx)

<sup>3</sup> M. en C. Hermes Francisco Montes Casiano es docente de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, México. [hmontesc@ipn.mx](mailto:hmontesc@ipn.mx)





**Figura 1. Triangulación metodológica de investigación**

Para la encuesta se aplicó un cuestionario a la comunidad de la ESCOM, del 31 de agosto al 27 de septiembre del año en curso. El cuestionario cuenta con 10 preguntas cerradas y 1 pregunta con opción a aclaración.

Para este proyecto se tomó como referencia una población infinita. por lo que se seleccionó una muestra aleatoria de la comunidad de la ESCOM. La muestra es probabilística, representativa y aleatoria.

En cuanto a las entrevistas se acudió con tres representantes del COSECOVI escolar, que a su vez son integrantes de las brigadas; y la autoridad del COSECOVI general de la Secretaría General.

El análisis documental de las funciones de las brigadas nos permitió clasificar las acciones y responsabilidades para el fomento de la protección civil y los medios de difusión de la información.

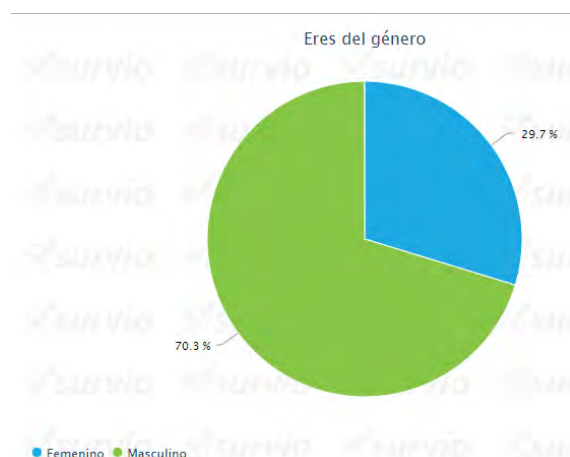
### **Marco teórico**

La reglamentación en materia de protección civil en el Instituto Politécnico Nacional; así como la forma de organización para la prevención y atención de la seguridad, es decir estructuras de organización (brigadas) y recomendaciones sobre sus actuaciones, línea de mando, criterios para sensibilizar y capacitar a la comunidad; perfil del personal de seguridad; formas de coordinación con dependencias gubernamentales para la atención de seguridad de la ESCOM; así como existencia y características de Planes y Programas de prevención en materia de Protección civil. Se analizaron los protocolos de seguridad; mecanismos de difusión de acciones en materia de seguridad.

A pesar de que la institución ha establecido los mecanismos de operación de la protección, la comunidad desconoce los protocolos por falta de difusión o apatía. Para ello es necesario sensibilizar y capacitar a la comunidad de la comunidad politécnica, por lo que surge la interrogante cuya respuesta es prioritaria para determinar que temáticas se pueden abordar en materia de protección civil:

*¿Qué necesidades de capacitación tiene la comunidad de la ESCOM en materia de protección civil en atención a contingencias?*

### Comentarios Finales



Al realizar el cálculo de la muestra se determinó aplicar 335 encuestas, con un 95 % de confianza, con un margen de error del 5% al aplicar el instrumento.

A continuación, se desglosa el análisis de la información obtenida de la encuesta realizada:

#### Resumen de resultados:

Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta, así como un resumen de las entrevistas realizadas a las instancias responsables, y el análisis de la documentación de los protocolos de actuación de las brigadas de ESCOM.

En la Gráfica 1. Se visualiza que el 70.3% de los encuestados son del género masculino y el 29.7% son mujeres.



En la gráfica 2 se puede identificar que el 75% de los encuestados no han recibido capacitación en temáticas de protección civil, el 15% recibió capacitación en medidas de seguridad interna, el 7.5% primeros auxilios, el 5% protección civil y el 2.5% Medidas de prevención de riesgos

**Gráfica 2. Capacitación recibida en temas de protección civil**

En la Tabla 1. Se plantearon una serie de acciones para identificar que saben de la protección civil, la seguridad escolar y cómo actúan ante las contingencias: Los encuestados desconocen totalmente los protocolos de actuación en caso de artefacto explosivo (amenaza telefónica, artefacto sospechoso, explosión de artefacto-granada). De los cuales les

nos dice el 94.59% desconoce el programa de protección civil escolar; el 89.19% desconoce los pasos a seguir en caso de un asalto o que entrará un grupo vandálico a las instalaciones, el 86.48% desconoce las medidas de Seguridad personal (campañas de autoprotección, dentro y fuera de la ESCOM; el 86.49% desconoce el directorio de telefónico de emergencia de seguridad escolar; el 78.38% sabe cómo puede apoyarlo el COSECOVI, el 67.57% desconoce los pasos a seguir en caso de extravío o pérdida de objetos, así como las medidas de seguridad en el hogar y en el trayecto a la ESCOM.

Acciones	Si	NO
¿Conoces los protocolos de atención de artefacto explosivo (amenaza telefónica, artefacto sospechoso, explosión de artefacto-granada)?	0.00%	100.00%
Conoces el programa de protección civil de ESCOM	5.41%	94.59%
¿Sabes cómo prevenir o reaccionar ante un asalto dentro de las Instalaciones?	10.81%	89.19%
¿Sabes cómo actuar en caso de que entrara un grupo vandálico?	10.81%	89.19%
¿Conoces las medidas de Seguridad personal (campañas de autoprotección, dentro y fuera de la ESCOM)?	13.51%	86.49%

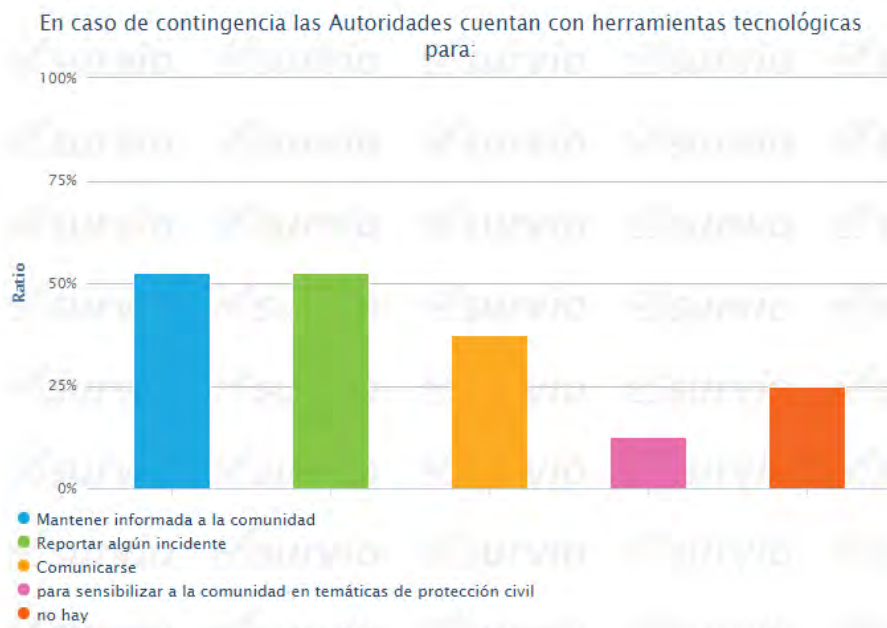
¿Conoces las medidas de prevención de conductas de riesgo, riñas, portación de armas?	13.51%	86.49%
¿Tienes el directorio de teléfonos de emergencia difundidos a la comunidad y para los responsables de seguridad escolar?	13.51%	86.49%
¿Conoces los portales web, página institucional donde los alumnos estén comunicados e informados sobre la temática de seguridad?	16.22%	83.78%
Sabes cómo te pueden apoyar los Comités de Seguridad y Contra la Violencia (COSECOVI)	21.62%	78.38%
¿Has observado o has sido víctima de algún delito?	24.32%	75.68%
¿Conoces los pasos a seguir en casos de extravío o pérdida de objetos?	32.43%	67.57%
¿Conoces las medidas de seguridad en el hogar y en el trayecto a la ESCOM?	32.43%	67.57%
¿Conoces los planes de evacuación de inmueble ante situaciones graves como sismo, incendios, derrumbe de algún edificio o inundaciones?	40.54%	59.46%

**Tabla 1. Actuaciones en caso de contingencias**

En la tabla 2. Identificamos que el 86.5% ubican las señalizaciones y rutas de evacuación, el 73% ubica las zonas de menor riesgo y resguardo dentro de las instalaciones. En cuanto a los elementos de una mochila de emergencia la comunidad cuenta: el 59% tiene radio en su celular, el 48.6% cuenta con linterna, el 29.7% cuenta con batería portátil para su celular, el 27% tiene sus documentos personales digitalizados en la nube y el 21.6% cuenta con un pequeño botiquín de primeros auxilios. El 56.8% cuenta con un plan familiar para saber qué hacer durante y después de alguna contingencia y el 54.1% tiene un plan de rutas alternas para regresar con su familia. En caso de que alguien presentará alguna lesión sólo el 27% sabe cómo aplicar los primeros auxilios, el 21.6% sabe con quién tienes que reportar algún incidente o desperfecto de las instalaciones, el 5.4% conoce los pasos a seguir para una denuncia.

En caso de contingencia tu:	Porcentaje
Ubicas las señalizaciones y rutas de evacuación en caso de sismo.	86.5 %
Ubicas las zonas de menor riesgo o resguardo dentro de las instalaciones	73.0 %
Tienes un Radio (celular)	59.5 %
Cuentas con un plan familiar para saber qué hacer durante y después de alguna contingencia	56.8 %
Tienes un plan de rutas alternas para regresar con tu familia	54.1 %
Linterna	48.6 %
Batería portátil para tu celular	29.7 %
Tienes preparado un maletín con documentos importantes o digitalizada en la nube	27.0 %
Si alguien de la comunidad presentara alguna lesión sabes cómo actuar para ayudarlo o reportarlo con alguna autoridad	27.0 %
Tienes un botiquín de primeros auxilios	21.6 %
Sabes con quién tienes que reportar algún incidente o desperfecto de las instalaciones	21.6 %
Conoces los pasos a seguir para una denuncia	5.4 %

**Tabla 2. Acciones en caso de contingencias**



**Gráfica 3. Uso de las herramientas tecnológicas por parte de las autoridades**

En la Gráfica 3 se identifica que la comunidad identifica que las autoridades cuentan con herramientas tecnológicas para mantener informada a la comunidad o para reportar algún incidente por medio de la página web, Facebook y grupos de WhatsApp en un 52.5%, el 25% no detecta el uso de alguna herramienta tecnológica en caso de contingencia, el 15% identifica herramientas para sensibilizar a la comunidad en temáticas de protección civil.

Existe un Acuerdo por el que se establecen las normas que regulan al Programa Institucional de Protección Civil al interior de las unidades académicas y Administrativas del Instituto Politécnico Nacional publicado en febrero de 2005, que da los parámetros de actuación de en el rubro de protección civil que da pauta a un Comité Interno en las unidades académicas (Gaceta Politécnica, 2017).

La Secretaria General da capacitación y en su página presenta un Repositorio Digital con los siguientes rubros (Repositorio digital IPN, 2017)

1. Taller para la elaboración e implementación del programa interno de protección civil
2. Integración y funciones de las brigadas de protección civil al interior de las unidades administrativas del IPN
3. Formatos para el desempeño de las actividades de la unidad interna de protección civil
4. Formatos de emergencias
5. Guía práctica de simulacros de evacuación de inmuebles
6. Incendio de árbol de navidad
7. Guía para la elaboración e implementación del programa interno de protección civil 2011
8. Listado de equipamiento mínimo indispensable para la unidad interna de protección civil (UIPC).
9. Elabora tu plan familiar de protección civil
10. Ejemplos de simulacro de gabinete para incendio, sismo y artefactos explosivos
  - Ejemplo de simulacro de gabinete para incendio escuela
  - Ejemplo de simulacro de gabinete para sismo escuela
  - Ejemplo de simulacro de gabinete para artefacto explosivo escuela
  - Plan de emergencia para artefacto explosivo
  - Plan de emergencia para incendio

Lo que demuestra que existe material de apoyo para los comités, brigadas y la comunidad politécnica.

En cuanto a las entrevistas con los integrantes del COSECOVI nos informan que en caso de actos delictivos como lesiones dentro del plantel o entre miembros de la comunidad, robos, daños a la propiedad del IPN, acoso o abuso sexual, portación de armas o materiales explosivos, etc. se deberá informar a COSECOVI quien recopilará la información necesaria, se hace llegar el caso a las autoridades del plantel y posteriormente a la oficina del Abogado General, el cual emite una resolución sobre el caso y de ser necesario ofrece acompañamiento para realizar la denuncia ante las autoridades externas.

Las brigadas al interior de la unidad académica tienen las funciones de búsqueda, rescate, incendio, explosivo, sismo, comunicación, evacuación, inmuebles, prevención, combate, primeros, auxilios. Los cuales realizan cuatro simulacros al año (Campos, 2017).

*Conclusiones y recomendaciones*

Los resultados demuestran que a pesar de que la Institución y la Unidad Académica cuentan con los acuerdos, normas, manuales, estructuras, protocolos de actuación y acciones, la comunidad externa la necesidad de capacitación en los protocolos de atención y prevención en temáticas de protección civil (búsqueda, rescate, incendio, explosivo, artefacto, sismo, comunicación, evacuación, inmuebles, prevención, combate, primeros auxilios) y seguridad.

Es indispensable que se instrumente la gestión con las autoridades del área central, instituciones externas (Cruz Roja, Protección civil, bomberos, etc) que en media de lo posible se brinde la capacitación presencial o en línea de acuerdo a la temática al personal docente y administrativo en los periodos intersemestrales.

El personal que participa en las brigadas podría certificarse en la Escuela Nacional de Protección Civil (ENAPROC) de la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC). La certificación evalúa las habilidades, destrezas y conocimiento en determinada función. El proceso es de aproximadamente dos meses y la certificación es vigente por dos años.

La capacitación en protección civil para los estudiantes podría darse desde la electiva ya que desarrolla una competencia genérica en formación para el bienestar, se pueden abordar por módulos: riesgos y medidas preventivas de seguridad, desastres naturales, principios básicos de primeros auxilios y atención de contingencias.

Deben establecerse los mecanismos de difusión de los números de emergencia, protocolos de actuación dentro y fuera de la institución.

Se podría instrumentar un sistema, aplicación o herramienta que permita a la institución detectar los riesgos en cada unidad académica para diseñar los protocolos de actuación y capacitación de su comunidad ante una contingencia, además de contar con un módulo de denuncia en el que permita a las dependencias, comités o áreas de atención como seguridad dar atención y seguimiento en caso de emergencia, además de contar con un espacio para los materiales digitales que le permitan saber cómo actuar o con quien comunicarse en caso de alguna contingencia.

### Agradecimientos

Los resultados de este trabajo fueron desarrollados en el marco del proyecto de investigación: “Diseño de una estrategia de comunicación tecnológica para la atención a contingencias en el Instituto Politécnico Nacional” con número de registro 20171382.

### Referencias

- Campos, L. A. (20 de julio de 2017). *Escuela Superior de Cómputo*. Obtenido de <http://www.isc.escom.ipn.mx/docs/slider/informeAnual2016.pdf>
- civil, D. d. (20 de junio de 2017). *Repositorio digital IPN*. Obtenido de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/4061>
- Gaceta Politécnica*. (27 de julio de 2017). Obtenido de ACUERDO POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS NORMAS QUE REGULAN AL PROGRAMA: [http://www.sg.ipn.mx/Proteccion\\_civil/Documents/actuales/Acuerdo\\_Proteccion\\_Civil\\_IPN3B.pdf](http://www.sg.ipn.mx/Proteccion_civil/Documents/actuales/Acuerdo_Proteccion_Civil_IPN3B.pdf)
- Repositorio digital IPN*. (25 de julio de 2017). Obtenido de [http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/388?subject\\_page=1](http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/388?subject_page=1)
- Secretaría General del Instituto Politécnico Nacional*. (25 de junio de 2017). Obtenido de <http://www.sg.ipn.mx/Conocenos/Paginas/Organigrama2.aspx>

### Notas Biográficas

**El Maestro en Ciencias José Jaime López Rabadán** es docente investigador en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con la Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica con especialidad en Computación, Ingeniería informática, Especialidad en Ingeniería de Software y Administración de proyectos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente está desarrollando el proyecto de investigación “Diseño de una estrategia de comunicación tecnológica para la atención a contingencias en el Instituto Politécnico Nacional” con número de registro 20171382.

**La Maestra Jessie Paulina Guzmán Flores**, es docente investigador en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional, México. Curso sus estudios de Maestría en Desarrollo de Competencias Docentes y actualmente está en el desarrollo de su Tesis de Doctorado en Ecoeducación en el Instituto Universitario Puebla, México. Actualmente está desarrollando el proyecto de investigación “Diagnostico de las necesidades de formación de competencias para la sostenibilidad en los docentes de la ESCOM bajo la perspectiva de género., con el número de registro 20171109.

**El Maestro en Ciencias Hermes Francisco Montes Casiano** es docente investigador en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con la Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica con especialidad en Computación, Ingeniería informática, Especialidad en Ingeniería de Software y Administración de proyectos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.

# ESTUDIO DE MAPAS DE VIENTOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

MI. José Luis López Robles<sup>1</sup>, Dr. Armando Gallegos Muñoz<sup>2</sup>,  
MIA. Vicente Cisneros López<sup>3</sup> y MII. Francisco Javier Alcalá Hernández<sup>4</sup>

**Resumen**— Este trabajo consiste en realizar un análisis en función de los datos de las estaciones meteorológicas del Estado de Guanajuato, para identificar en qué lugares de la región de influencia es viable instalar turbinas para la generación eléctrica de aplicación doméstica, mediante el aprovechamiento de la energía del viento; por lo que, se partió del aprovechamiento de esta energía a través de una aeroturbina o aerogenerador de eje vertical que se caracteriza por una baja producción de energía eléctrica al requerir un par torsional moderado, en comparación con los de eje horizontal. Del análisis se alcanzaron los mínimos requerimientos de operación óptimos de la turbina en algunos lugares, al cumplir con la velocidad del viento. Por lo tanto, es indispensable contar con un estudio completo de las condiciones y localización de los vientos dominantes anuales en la región del Estado de Guanajuato.

**Palabras clave**— estaciones, velocidad, viento, recurso eólico.

## Introducción

Actualmente en el Estado de Guanajuato se cuenta principalmente con 52 estaciones meteorológicas que están operando en buen estado, a través de las cuales se están monitoreando en tiempo real diversas variables climatológicas, dentro de las cuales figuran la velocidad del viento promedio (km/h) y la dirección del viento dominante con una frecuencia de datos cada 15 minutos, por hora, por día y por mes (Fundación Guanajuato Produce, 2017). Es importante resaltar que la disponibilidad de los datos dentro de la plataforma de la Fundación Guanajuato Produce por medio de la red de estaciones es muy completa y de fácil acceso, a diferencia de otras instancias en donde se tienen solamente reportes parciales y que para obtener mayor información sobre alguna frecuencia de datos especificada es necesario contactarse, y en ocasiones la respuesta es tardada.

Dentro de las energías renovables existen algunas alternativas para el mejor aprovechamiento de la energía solar y sus manifestaciones secundarias, tales como: energía eólica, hidráulica y las diversas formas de biomasa (CONUEE, 2011), para las cuales se requieren de ciertos mecanismos primarios que ayuden a aprovechar de forma eficiente la energía disponible de dichos recursos y que den lugar a la transformación de la energía cinética a mecánica, y finalmente a la obtención de energía eléctrica. Por esta razón, se debe de contar con información precisa sobre el recurso eólico del lugar en estudio, para poder determinar la viabilidad de un proyecto planteado, siendo esto el tema central del presente trabajo.

Los vientos se generan por el calentamiento irregular de nuestro planeta ocasionado por la diferencia de presiones de las regiones de mayor presión hacia las de menor presión. Sólo el 2% del calor del Sol que llega a la Tierra se convierte en viento. Se considera que los vientos que son aprovechables para la generación de energía eléctrica son aquellos con velocidades promedio de 5 a 15 m/s. Ha existido alguna descalificación a la energía eólica, principalmente en la generación de energía eléctrica a gran escala, siendo: a) Que se requieren sitios con vientos fuertes y uniformes y b) Que por su variabilidad e intermitencia, no aportan energía firme y no son despachables. Se sabe que en las instalaciones eólicas en Dinamarca y Alemania se pueden ver aerogeneradores funcionando, cuando a nivel del suelo apenas se siente una suave brisa. Ahora bien, el viento es intermitente y variable cuando lo experimentamos desde un solo sitio de observación. Tan intermitente y variable como el consumo eléctrico del usuario, es decir, esto se ve reflejado estadísticamente en la denominada curva de demanda diaria, que varía según el día de la semana y estación del año (Muñoz, 2005).

En este trabajo se pretende hacer un análisis en función de los datos de las estaciones meteorológicas del Estado de Guanajuato, para identificar en qué lugares de la región de influencia es viable instalar turbinas para la generación eléctrica de aplicación doméstica, mediante el aprovechamiento de la energía del viento a través de una aeroturbina o aerogenerador de eje vertical que se caracteriza por una baja producción de energía eléctrica al requerir un par torsional

<sup>1</sup> MI. José Luis López Robles es Profesor de Procesos Industriales Áreas Automotriz de la Universidad Tecnológica de Salamanca, México [jlopez@utsalamanca.edu.mx](mailto:jlopez@utsalamanca.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. Armando Gallegos Muñoz es Profesor-Investigador de la División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, México [gallegos@ugto.mx](mailto:gallegos@ugto.mx)

<sup>3</sup> MIA. Vicente Cisneros López es Profesor de Procesos Industriales Área Automotriz de la Universidad Tecnológica de Salamanca, Salamanca, México [vcisneros@utsalamanca.edu.mx](mailto:vcisneros@utsalamanca.edu.mx)

<sup>4</sup> MII. Francisco Javier Alcalá Hernández es Profesor de Procesos Industriales Área Automotriz de la Universidad Tecnológica de Salamanca, México [falcala@utsalamanca.edu.mx](mailto:falcala@utsalamanca.edu.mx)

moderado, en comparación con los de eje horizontal. Por lo tanto, para lograr una máxima eficiencia es indispensable contar con un estudio completo de las condiciones y localización de los vientos dominantes anuales en la región del Estado de Guanajuato, que servirá como criterio de diseño para el CA de Termofluidos de la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato, quienes están trabajando con el diseño de los álabes de las turbinas de eje vertical a escala, realizando pruebas en laboratorio y simulación en software especializado sobre la Dinámica de Fluidos Computarizada (CFD) por sus siglas en Inglés. De acuerdo a esto, dicho CA está planteando una generación eficiente con este tipo de aeroturbinas a partir de una velocidad del viento de 3 a 5 m/s, por lo que, para nuestro CA de Procesos Productivos de la Universidad Tecnológica de Salamanca, sería un parámetro de partida para depurar las regiones del Estado que no cumplan con el mismo en condiciones promedio durante las estaciones del año. Adicionalmente plantean que las aeroturbinas serían ubicadas fuera de las zonas urbanas y en regiones altas, por lo que se enfocarían los esfuerzos para que puedan ser utilizadas en zonas rurales donde la electrificación resulta imposible. Se estima que la capacidad de generación eléctrica de estas aeroturbinas es de 500 W, dando como resultado una restricción más a ser de uso doméstico. En la Figura 1 se muestra el modelo de Turbina Savonius, como punto de partida que utilizó dicho CA.

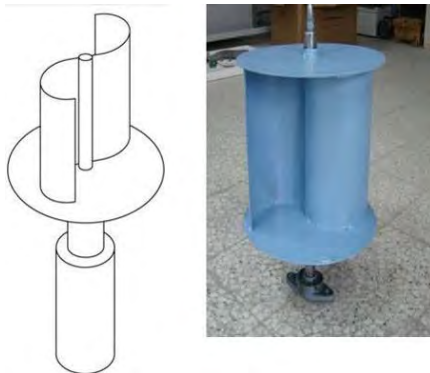


Figura 1. Aeroturbina de eje vertical

### Descripción del Método

#### Mapas de vientos

Existen diversos sitios en internet que muestran el mapa de viento del Estado de Guanajuato en donde se tienen los datos de las variables climatológicas que cumplen con el propósito del estudio de este trabajo, pero en la mayor parte de las ocasiones la información no resulta operable porque los reportes son aislados y toma demasiado tiempo poder adquirir una captura anual, en donde las lecturas sean preferentemente por día. En este caso nos tuvimos que apoyar en la plataforma del sitio de internet de la Fundación de Guanajuato Produce, A.C.

Anteriormente, ya se había tenido la experiencia en el año 2013 dentro de dicho sitio de internet, cuando se realizó la primer captura para la adquisición de datos de las velocidades promedio del viento (km/h) y dirección, comprendida entre el año 2010 a 2013, que en aquel momento se tenían solamente 42 estaciones meteorológicas y actualmente se cuenta con 10 estaciones adicionales. En la Tabla 1 se muestran las estaciones que se seleccionaron para este estudio, siendo las de mayor interés debido a la región de influencia respecto al municipio de Salamanca.

No.	Municipio	Estación
1	Salamanca	El Fuerte
2	Salamanca	Los Aguilares
3	Irapuato	El Copal
4	Celaya	Fundación
5	Valle de Santiago	Las Estacas
6	Valle de Santiago	Villadiego

Tabla 1. Relación de estaciones meteorológicas.

Se realizó la actualización de la base de datos que ya se tenía, agregando los datos del año 2016 para cada una de las 42 estaciones del Estado, pero por fines prácticos solo se muestra el análisis de las estaciones anteriormente mencionadas en la Tabla 1.

*Análisis.*

Para el desarrollo de este parte, primero se tuvo que determinar el tipo de análisis estadístico a utilizar, siendo los gráficos de control  $\bar{X} - R$ , para poder visualizar mediante este indicador el comportamiento específico de los datos en cuanto a la variación y tendencias a partir del ordenamiento de los datos de las estaciones. La formulación para el seguimiento del estudio de los mapas de vientos de cada una de las estaciones meteorológicas se realizó considerando 14 observaciones, las cuales están constituidas por las 14 semanas correspondientes a cada una de las estaciones del año, como se muestra en la Tabla 2.

FUNDACIÓN-CELAYA		SEMANAS													
Estaciones		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2010	PRIMAVERA														
	VERANO														
	OTOÑO														
	INVIERNO														

Tabla 2. Formulación y ordenamiento de los datos de las estaciones meteorológicas.

En la adquisición de los datos se eligió una frecuencia por día, realizando un filtro en Excel por semana formando así el rango de 14 semanas por cada estación del año. El segundo criterio fue elegir la velocidad máxima promedio en cada una de las semanas, dado que si se considera específicamente el promedio normal resultarían valores muy bajos de velocidad del orden de 0 a 0.8 km/h. Para tener una referencia y equivalencia más en concreto en relación a las velocidades requeridas para la turbina de viento de eje vertical según estudios anteriormente mencionados, se observa lo siguiente en la Tabla 3:

Velocidad mínima m/s	Velocidad equivalente km/h
1	3.6
3	10.8
5	18

Tabla 3. Velocidad mínima de diseño para turbina de eje vertical.

El rango de la velocidad mínima de diseño para el tipo de turbina que se ha considerado en este trabajo es entre 3 y 5 m/s, lo cual es directamente proporcional con la eficiencia mecánica del generador eléctrico. Por otra parte, el tercer criterio que se consideró para poder simplificar el análisis de los datos fue no tomar en cuenta la variable de la dirección del viento, porque de acuerdo a la geometría y disposición vertical de las aspas de la turbina, ésta puede girar desde cualquier posición o ángulo en que incida el viento.

*Correlación estadística.*

Esta es la segunda parte de la formulación del análisis de los datos de las estaciones meteorológicas bajo los criterios especificados anteriormente, y se planteó en base a la teoría para la construcción de los gráficos o cartas de control  $\bar{X} - R$ , aplicando las siguientes ecuaciones para poder calcular los límites de control central, superior e inferior de los datos de las medias y rangos calculados; así como también los valores de las constantes para un tamaño de muestra de 14 datos (Ver Tabla 4) (Pulido, 2009).

No. de ecuación	Límites de control de medias	Valores de las constantes
1	$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$	$A_2 = 0.235$
2	$Línea\ central = \bar{\bar{X}}$	
3	$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$	
	Límites de control de rangos	
4	$LCI = D_3\bar{R}$	$D_3 = 0.3281$
5	$Línea\ central = \bar{R}$	
6	$LCS = D_4\bar{R}$	$D_4 = 1.6719$

Tabla 4. Ecuaciones y valores de constantes para gráficos  $\bar{X} - R$

Por lo tanto, el diseño de la Tabla 2 se complementa con el cálculo de las variables para la construcción final de los gráficos de control de medias y rangos, como se muestra a continuación en la Tabla 5.



FUNDACIÓN CELAYA		SEMANAS	DATOS DE MEDIAS				DATOS DE RANGOS			
Estaciones		14	$\bar{X}$	LC $\bar{X}$	LCS	LCI	R	LC R	LCS	LCI
2010	PRIMAVERA									
	VERANO									
	OTOÑO									
	INVIERNO									

Tabla 5. Cálculo de variables para la construcción de los gráficos de control  $\bar{X} - R$ .

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se analizó el comportamiento y tendencias de los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas del Estado de Guanajuato, enfocándose principalmente en la región de influencia del municipio de Salamanca y otros cercanos como: Celaya, Irapuato y Valle de Santiago; citando un total de 6 estaciones como se mostró en la Tabla 1. Se pudo observar con la metodología desarrollada anteriormente, que los límites de control de las medias para los rangos de la velocidad máxima promedio del viento en cada una de las estaciones meteorológicas, están entre 2.5 y 20 km/h. Por lo tanto, es viable instalar este tipo de aerogeneradores de eje vertical en cualquiera de los municipios. Es de resaltar, que en la práctica habría que considerar y evaluar otros factores, como el relieve del terreno en donde los valores de la velocidad del viento se verían afectados considerablemente, por lo que, esta propuesta está dirigida a zonas rurales donde también las edificaciones no obstaculicen el paso del viento.

A continuación, se presentan los resultados a través de los gráficos de control  $\bar{X} - R$  para cada una de las estaciones meteorológicas (Ver Figuras 2 a 7).

#### Estación: El Fuerte, Salamanca.

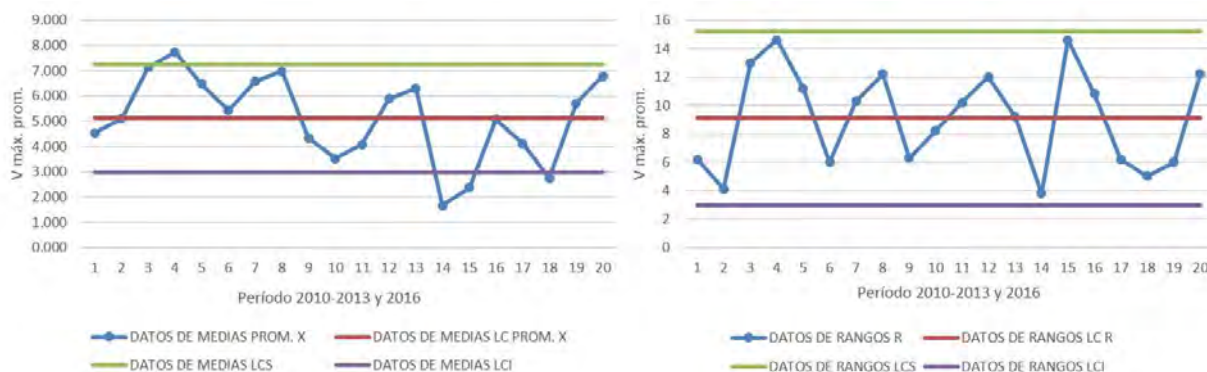


Figura 2. Gráfico de control  $\bar{X} - R$  de la estación El Fuerte.

En la Figura 2, se pueden observar los valores límites de velocidad máxima promedio entre 3 y 7 km/h, pero tienden a ser estables entre los límites de 3 y 15 km/h, del rango.

#### Estación: Los Aguilares, Salamanca.

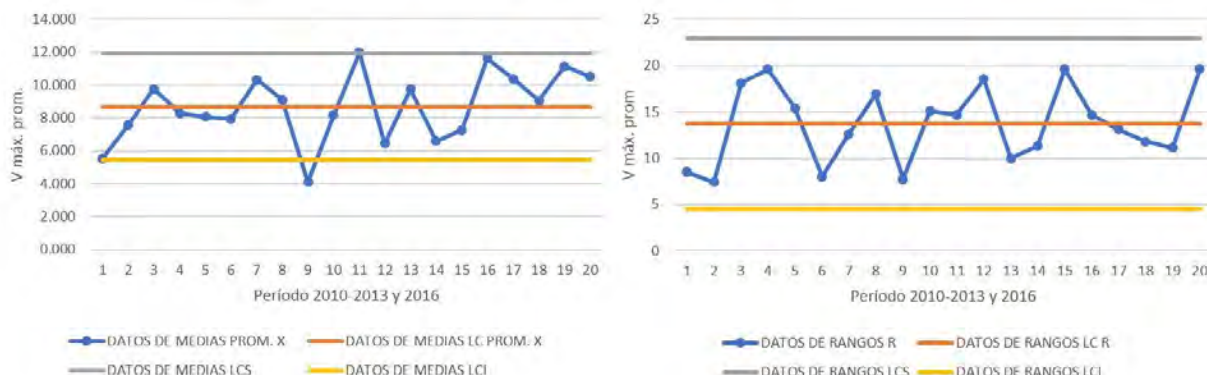


Figura 3. Gráfico de control  $\bar{X} - R$  de la estación Los Aguilares.

En la Figura 3, se pueden observar los valores límites de velocidad máxima promedio entre 5.5 y 12 km/h, pero tienden a ser estables entre los límites de 4.5 y 23 km/h, del rango.

Estación: *El Copal, Irapuato.*

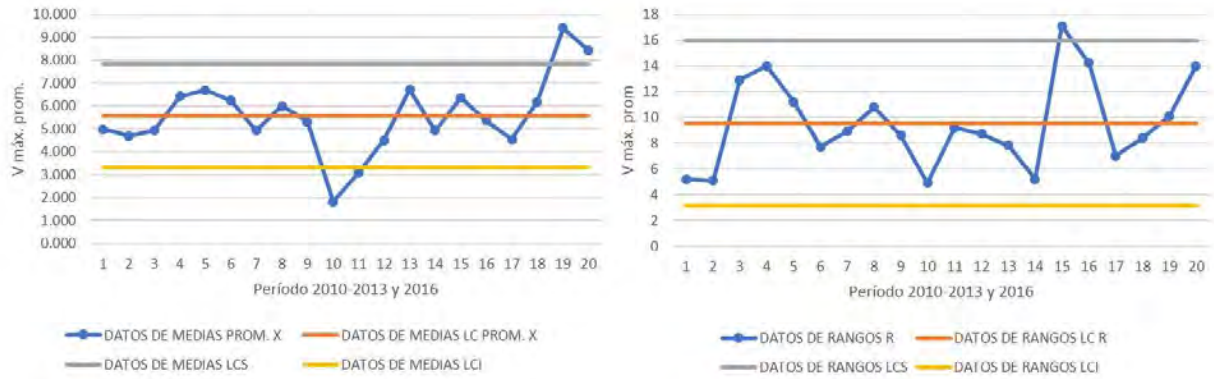


Figura 4. Gráfico de control  $\bar{X} - R$  de la estación El Copal.

En la Figura 4, se pueden observar los valores límites de velocidad máxima promedio entre 3.3 y 7.8 km/h, pero tienden a ser estables entre los límites de 3 y 16 km/h, del rango.

Estación: *Fundación, Celaya.*

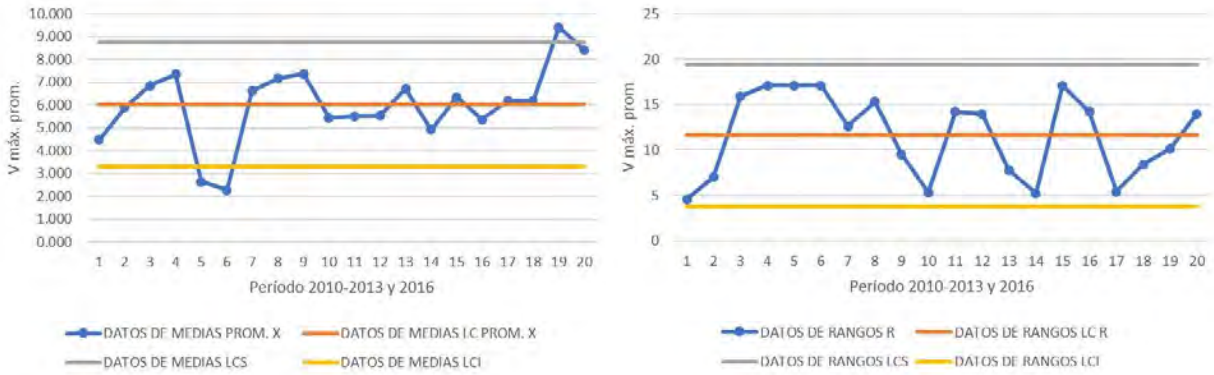


Figura 5. Gráfico de control  $\bar{X} - R$  de la estación Fundación.

En la Figura 5, se pueden observar los valores límites de velocidad máxima promedio entre 3.3 y 8.8 km/h, pero tienden a ser estables entre los límites de 3.8 y 19.4 km/h, del rango.

Estación: *Las Estacas, Valle de Santiago.*

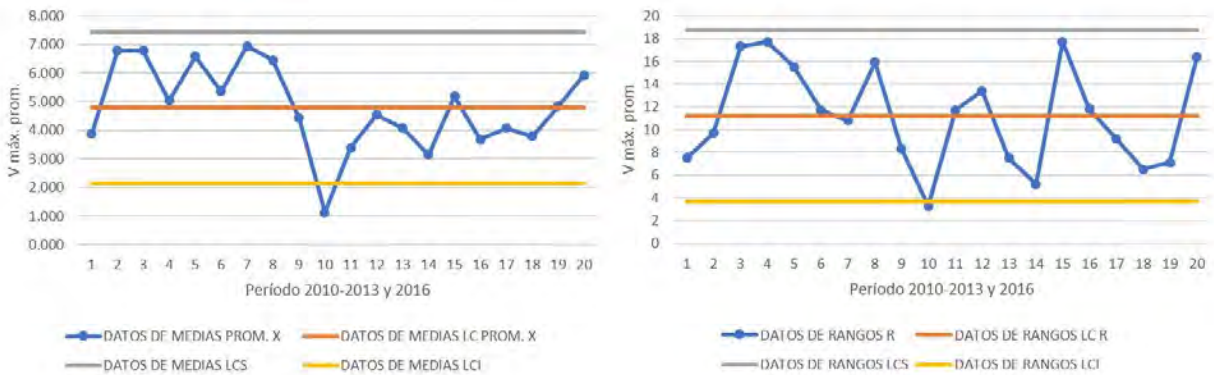


Figura 6. Gráfico de control  $\bar{X} - R$  de la estación Las Estacas.

En la Figura 6, se pueden observar los valores límites de velocidad máxima promedio entre 2.2 y 7.4 km/h, pero tienden a ser estables entre los límites de 3.7 y 18.7 km/h, del rango.

Estación: Villadiego, Valle de Santiago.



Figura 7. Gráfico de control  $\bar{X} - R$  de la estación Villadiego.

En la Figura 7, se pueden observar los valores límites de velocidad máxima promedio entre 2.6 y 8.0 km/h, pero tienden a ser estables entre los límites de 3.8 y 19.4 km/h, del rango.

De todo lo anterior, se puede observar mucha variación en las velocidades del viento con respecto al límite central, tanto en las medias, que están entre 4.7 y 8.3 km/h; como en los rangos, que están entre 11 y 13.5 km/h. Por lo tanto, esto se podría visualizar como una tendencia de la mayoría de los datos bajos de velocidad, cumpliendo de esta manera los requerimientos de diseño mínimos de operación de la turbina.

#### Conclusiones

Los resultados muestran que existe una buena disponibilidad del recurso eólico en las estaciones estudiadas, aun teniendo notables variaciones en las lecturas de la velocidad del viento, pero es una referencia muy significativa para poder realizar algunas adecuaciones en los parámetros de diseño, instalación y ajustes necesarios en los aerogeneradores.

Por otra parte, sabemos que la demanda de electricidad en los hogares es también variable, por lo que, éstos sistemas de energía eólica generalmente cuentan con un banco de baterías de respaldo que permite una entrega constante.

#### Referencias

CONUEE. (01 de Agosto de 2011). Obtenido de <http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/>-  
 Fundación Guanajuato Produce, A. (04 de Septiembre de 2017). Obtenido de <http://www.estaciones.fundacionguanajuato.mx/export/>  
 Muñoz, E. C. (2005). La energía del viento y sus posibilidades en México. *La revista solar*, 4 - 9.  
 Pulido, H. G. (2009). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México, D.F.: Mc Graw-Hill.

## LA EVALUACIÓN EN EL NIVEL SUPERIOR

Mtra. Karina Jazmín López Salas, Mtro. Daniel Alejandro Abularach Hernández, Dr. Juan Francisco Gallardo Manríquez

### RESUMEN

**La evaluación debe considerarse como un proceso de mejora para la práctica educativa, algunos docentes no les gusta ser evaluados, manifiestan temor al ser evidenciados por lo tanto rechazan la evaluación, esto, por las experiencias negativas que obtuvieron en su pasado pero cuando se trata de evaluar a los alumnos lo hacen de una manera muy subjetiva, cuando debiera ser objetiva, por ello, es de suma importancia que los docentes universitarios diseñen sus propios instrumentos de evaluación que les permita conocer y valorar desde lo conceptual, procedimental y actitudinal; promoviendo la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación**

### INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata del uso de cómo se maneja la evaluación en el nivel superior hacia los alumnos universitarios y por qué es que ellos no quedan conforme con su calificación. En la actualidad se habla mucho de la evaluación, muchos docentes temen a este término; rechazando el proceso para que los evalúen pero cuando ellos evalúan a los estudiantes lo hacen de una forma severa y olvidan aspectos importantes.

La evaluación es una práctica muy compleja y más en el nivel superior; no es un hecho meramente circunstancial sino algo que se encuentra muy presente en lo que es la práctica educativa.

Existe una gran incertidumbre al momento de evaluar; algunos docentes evalúan la asistencia, la participación, entrega de trabajos, exposiciones, etc., y piensan que con esos elementos bastan para hacer un juicio valorativo, dejando de lado la parte procedimental y actitudinal.

Los alumnos creen que sus calificaciones no son justas y no están de acuerdo con el número que les asignan, consideran que los docentes deben tomar en cuenta más fundamentos a la hora de evaluar, por lo tanto:

*“Cómo evalúan algunos docentes del nivel superior a sus alumnos”*

Para ello partiremos de las siguientes preguntas, los docentes ¿saben cómo evaluar?, ¿Qué técnica de evaluación utilizan?, ¿Qué instrumento de evaluación llevan a cabo al momento a la hora de evaluar?, ¿Cómo determinan un juicio para los alumnos?

Esta investigación se realizó en una Universidad muy conocida de la cual por razones obvias omito el nombre.

### CONCEPTO DE EVALUACIÓN EDUCATIVA

La palabra evaluar hace referencia a cualquier proceso, por medio del que se verifica alguna o varias características de un alumno, de materiales, profesores, programas, etc., reciben la atención de que evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de criterios o puntos de referencia para emitir un juicio relevante para la educación. “Evaluar es el enjuiciamiento sistemático de la valía o el mérito de algo” (STUFFLEBEAM, 1987).

En el año de 1970 la evaluación pasaba inadvertida y no se le daba la importancia que merecía, pues en ese entonces solamente se aplicaban exámenes escritos a los alumnos, con los cuales determinaban sus conocimientos, era una práctica rechazada y estresante para los sujetos.

No es lo mismo evaluar rendimientos en los alumnos, comportamientos en los profesores, calidad de los materiales didácticos o buen funcionamiento de los centros, etc. La práctica de evaluación se explica por la forma en que se llevan a cabo las funciones que desempeña la institución escolar, personal, social e institucional; al mismo tiempo, incide sobre los demás elementos implicados en la escolarización, transmisión de conocimiento, relaciones entre profesores y alumnos, interacciones en el grupo, métodos que se practican, disciplina, expectativas de alumnos, profesores y padres, valoración del individuo en la sociedad, etc.

La evaluación tiene que servir al conocimiento de sus necesidades en vez de ser una carrera de obstáculos que superar o elemento de jerarquización y exclusión de ese servicio, también sirve como una explicación aproximada de esas realidades. Sus técnicas de evaluación son medios de conocimiento de una determinada realidad psicológica, social o material.

La evaluación puede ser entendida como sinónimo de mediación de estado del alumno, de rendimientos de diverso tipo o de productos de aprendizaje, hacia otra perspectiva que aprecia que ha de ponerse énfasis en el diagnóstico del aprendizaje, en la explicación de sus causas y en el enjuiciamiento del valor que tienen las realidades diagnosticadas.

La evaluación tiene a entenderse como el recurso para proporcionar información sobre los procesos, que debe ser valorada después, para ayudar en la toma de decisiones de quienes gobiernan o intervienen en los mismos (STUFFLEBEAM 1987). Evaluamos para obtener información sobre cómo transcurre el proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación ha adoptado el sentido de ser un juicio de valor que recae sobre algo, previa descripción de la realidad observada, resaltando la calidad del ser un proceso de valoración que considera circunstancias del objeto evaluado y criterios de valor. (GUBA Y LICOIN, 1981).

Esto incluye la valoración, en el sentido de que implica no sólo la identificación del grado en el que un estudiante posee un cierto rasgo o el nivel en el que su conducta se ha modificado, sino que también se valora la adecuación de los resultados obtenidos a los criterios u objetivos deseables. Hace referencia a los valores, a ideales educativos, que no dejan de ser construcciones aceptadas en momentos determinados por grupos de individuos, sobre los que existen acuerdos y discrepancias.

La evaluación muestra una unidad coherente de información y no una mezcla de informaciones sobre el alumno elegidas al azar, debe ser fácil de comprender, incluyendo los procedimientos para su uso, y fácil de rellenar manteniéndose al día, esforzarse en ser concreto y recoger información útil, evitando divagar con argumentos personales, aunque sabemos que son inevitables los aspectos subjetivos de cualquier apreciación, ser accesible a algún tipo de control, al tiempo que mantiene la privacidad de los datos, debe contar con la formación adecuada en quienes lo rellenan para que las categorías puestas en él sean significativas y llenas de contenido.

Como se ha mencionado el concepto de evaluación tiene una amplia variedad de significados y sin embargo no es algo que sea simple de definir.

#### *TIPOS DE EVALUACIÓN*

Hay dos tipos de evaluaciones las externas y las internas; las externas se caracterizan por ser realizada por personas que no están directamente ligadas con el objeto de la evaluación ni con los alumnos, con el objetivo de servir al diagnóstico de amplias muestras de sujetos o para seleccionarlos. Las evaluaciones internas permiten o no la superación de cursos, ciclos y dan lugar a acreditaciones y títulos, adquieren un valor público de consecuencias sociales importantes.

Las más pertinente de estos dos tipos de evaluación es la externa ya que nos encamina la acreditación o títulos a los alumnos, conocida también como exámenes públicos, imperante en otros sistemas educativos, es una forma de control sobre el Currículo que se imparte que quita la exclusividad de la evaluación de alumnos a los profesores restándoles autonomía en el diseño y realización práctica.

También existe la autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación, cada una de estas permite tanto a los estudiantes como al profesor valorar su propio desempeño para después hacer una mejora, con la autoevaluación hace que se tome conciencia del proceso de enseñanza-aprendizaje y se responsabilicen de él; con la heteroevaluación los sujetos son evaluados por un tercero, el cual ayuda a darnos cuenta de las deficiencias o aciertos que pudiéramos tener, con esto se sale de la errónea idea de que las cosas se están haciendo adecuadamente; por último esta la coevaluación, este proceso consiste en regular el aprendizaje y dar solución a problemas y ayudar a las dificultades, aquí los compañeros y compañeras pueden ser buenos aliados para el aprendizaje propiciando el trabajo cooperativo.

#### *TÉCNICAS DE EVALUACIÓN*

Las técnicas de evaluación son los procedimientos utilizados por el docente para obtener información acerca del aprendizaje de los alumnos, cada técnica de evaluación se acompaña de sus propios instrumentos, definidos como recursos estructurados diseñados para fines específicos.

Tanto las técnicas como los instrumentos de evaluación deben adaptarse a las características de los alumnos y brindar información de su proceso de aprendizaje.

Dada la diversidad de instrumentos de evaluación deben adaptarse a las características de los alumnos y brindar información de su proceso de aprendizaje, es necesario seleccionar cuidadosamente los que permitan lograr la información que se desea.

Cabe señalar que no existe un instrumento mejor que otro, debido a que su pertinencia está en función de la finalidad que se persigue; es decir, a quién evalúa y qué se quiere saber, por ejemplo, qué sabe o cómo lo hace.

### *INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN*

Hay que comprender que evaluar no solo implica el aplicar exámenes sino que va a ser un proceso que se va dando a lo largo de la práctica pedagógica del docente, mismo que esto nos permitirá pensar y planificar de manera más adecuada nuestra práctica educativa.

Los instrumentos de evaluación son procedimientos utilizados por el docente para obtener información de los aprendizajes de los alumnos, cada uno tiene un fin específico.

Estos instrumentos deben adaptarse a las características de los alumnos y brindar información de los avances que han adquirido, cabe mencionar que ningún de estos es mejor que otro, debido a que su pertinencia está en función de la finalidad que se persigue, es decir, a quien evalúa y que se quiere saber.

Los instrumentos de evaluación son: guía de observación, registro anecdótico, diario de clase, diario de trabajo, escala de actitudes, preguntas sobre el procedimiento, cuadernos de los alumnos, organizadores gráficos, portafolio, rubrica, lista de cotejo, tipos textuales: debate y ensayo, tipos orales y escritos: pruebas escritas; cada uno de estos elementos mide los aprendizajes de conceptuales, procedimentales y actitudinales.

La SEP nos dice que “Toda evaluación que se lleve a cabo en el ciclo escolar independientemente de su momento, inicial durante o al final del proceso o independientemente de quienes intervengan a quienes se evalué se hará desde el enfoque formativo, lo que significa que se evalúa para aprender” (SEP, 2013)

Dicho proceso recopila evidencia para retroalimentar a los alumnos y mejorar el propio desempeño en consecuencia ampliar las posibilidades de aprendizaje, así los docentes comparten con tutores la responsabilidad de aprender y mejorar.

Los resultados deben analizarse para identificar las áreas de mejora y tomar decisiones que permitan avanzar hacia las metas que se esperan en beneficio de los alumnos.

Por lo tanto, los maestros de la Universidad tienen muy claro cuál es el concepto, la técnica y los instrumentos de evaluación, también saben los procesos y los momentos para evaluar al inicio, durante y final del curso, incluyendo la autoevaluación, heteroevaluación, coevaluación pero lo que no tienen claro es cómo deben de ser los instrumentos de evaluación y cómo aplicarlos; al analizar los datos, los docentes se centran mucho en la parte conceptual, dejando de lado la parte procedimental y actitudinal, por lo tanto, esta investigación concluye en que los docentes conocen los conceptos, procesos y tipos de evaluación pero no diseñan instrumentos que les permitan ser más objetivos al momento de evaluar.

Es necesario que se capacite a los docentes de nivel superior para el diseño de sus propios instrumentos de evaluación, en los cuales, considere aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales, en los cuales los alumnos sean partícipes de este proceso, para que no expresen inconformidades al final del curso.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- GUBA, E y Lincoln, Y (2002) “Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa” Antología de métodos cualitativos en la investigación social, Hermosillo, Sonora
- FIERRO, Cecilia; (2006) “Transformando la práctica docente”. PAIDOS. México.
- SEP. (2013) “Estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo. pdf.” Cuauhtémoc, Mexico
- STUFFLEBEAM, Daniel (1987) “Evaluación sistémica: guía teórica y práctica” PAIDOS IBERICA, España

# Electrocoagulación aplicada a un efluente de empresa papelera para la remoción de Sólidos Suspendedos Totales

Ing. María Elena López Torres<sup>1</sup>, M.C. Rafael Lucho Chigo<sup>2</sup>,  
M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales<sup>3</sup>, Dr. Sergio Valle Cervantes<sup>4</sup>, y Dr. Alfredo de Jesús Martínez Roldán<sup>5</sup>

**Resumen**—Se presenta la aplicación de la tecnología de Electrocoagulación para la remoción de los Sólidos Suspendedos Totales (SST) en el agua residual de una empresa papelera. Este estudio se realizó en una celda electroquímica por lotes, con volumen de tratamiento de 3 litros, 4 electrodos paralelos de aluminio, tiempo de electrólisis de 25 minutos y velocidad de agitación de 350 rpm. Los valores óptimos de las variables estudiadas, amperaje: 1-6 A, distancia entre electrodos: 1-2 cm y concentración de NaCl: 1- 5 g/L, se determinaron a través de un Análisis de Superficie de respuesta, encontrándose estos valores de operación a: 4.57 A, distancia entre electrodos de 2 cm y una concentración de 5 g/l de NaCl que permitieron alcanzar una remoción mayor al 90% de SST. En base a los resultados experimentales obtenidos se muestra la efectividad de este tratamiento para la remoción de SST en este tipo de efluente.

**Palabras clave**—electrocoagulación, amperaje, electrodos, Sólidos Suspendedos Totales.

## Introducción

A lo largo de la historia la descarga de aguas residuales a ríos, lagos y otros cuerpos de agua, son el resultado de las diversas actividades humanas que se realizan en el mundo. El incremento de la población ha llevado a la expansión de las zonas urbanas teniendo un alto impacto negativo en los recursos hídricos (Escobar, Soto-Salazar y Toral, 2006). Es ahí donde surge la necesidad de reusar y recircular el agua para hacer una estrategia de manejo de agua, permitiendo la recarga natural de los mantos acuíferos, para ello es necesario realizar tratamiento a los efluentes, los cuales deben tener una alta eficiencia de remoción de contaminantes y bajo costo, así como traer beneficios ambientales. En la actualidad existen tecnologías que aportan grandes ventajas competitivas frente a tecnologías tradicionales, como son las basadas en la electroquímica: electrocoagulación, electroflotación y la electrodecantación (Restrepo, Arango, & Gárces, 2006).

La electroquímica es una rama de la química dedicada al estudio de la interacción y correlación de los procesos químicos y eléctricos mediante las reacciones de óxido reducción. El uso de la electricidad para tratar el agua fue propuesto por primera vez en Reino Unido en 1889. La utilización de electrodos de fierro y aluminio en la electrocoagulación fue patentado en E.U.A en 1909, sin embargo este tipo de tratamiento tenía un alto costo, por lo que se abandonó por más de medio siglo y no fue sino hasta hace dos década, que empezó a retomar su importancia debido al incremento de demanda de agua potable en el mundo (Chen, 2004).

La tecnología de electrocoagulación son esencialmente procesos electrolíticos que implican la desestabilización de contaminantes disueltos en agua, mediante la aplicación de corriente eléctrica. En su forma más simple, consiste esencialmente en pares de placas metálicas conductoras (electrodos) colocadas dentro de la celda y una fuente de alimentación de corriente eléctrica, las placas metálicas conductoras se conocen comúnmente como "electrodos de sacrificio". Los electrodos de sacrificio pueden estar constituidos por materiales iguales o diferentes al ánodo (Mollah, Schennach, Parga, & Cocke, 2001). Los electrodos más utilizados son los de fierro y aluminio, siendo los de fierro comúnmente utilizados para tratar aguas residuales y los de aluminio para agua potable.

---

<sup>1</sup>Ing. María Elena López Torres, estudiante de maestría en Sistemas Ambientales. [maria\\_torres409@hotmail.com](mailto:maria_torres409@hotmail.com)  
(autor correspondiente)

<sup>2</sup>M.C. Rafael Lucho Chigo, profesor investigador en el TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales, [ralucho@gmail.com](mailto:ralucho@gmail.com)

<sup>3</sup>M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales, profesora investigador en el TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales. [mdjrr11958@gmail.com](mailto:mdjrr11958@gmail.com)

<sup>4</sup>Dr. Sergio Valle Cervantes, profesor investigador en el TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales. [svallec@gmail.com](mailto:svallec@gmail.com)

<sup>5</sup>Dr. Alfredo de Jesús Martínez Roldán, profesor investigador en el Conacyt- TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales. [ajmartinezroldan@gmail.com](mailto:ajmartinezroldan@gmail.com)

La electrocoagulación tiene un amplio rango de aplicación tanto en tratamiento de agua potable como en el tratamiento de agua residual, debido a su efectividad removiendo contaminantes inorgánicos y patógenos (Emamjomeh & Sivakumar, 2009), consiste en crear flóculos de hidróxido metálicos en el agua residual mediante electrodisolución de ánodos solubles. La generación de cationes metálicos se lleva a cabo en el ánodo debido a su oxidación electroquímica, además de producir oxígeno; mientras en el cátodo se produce hidrógeno e iones hidroxilo. Esto se logra con el paso de corriente eléctrica a través de los electrodos, la separación de los contaminantes se produce por dos vías: flotación y/o sedimentación. La electrocoagulación es considerada una tecnología compatible con el medio ambiente, debido al volumen de lodo que se genera es mínimo ya que no requiere ningún químico comparado con otras tecnologías (Mercado, González & Valencia, 2013).

Sin embargo, falta mucho por investigar para poderlo llevar a gran escala la electrocoagulación en grandes empresas, donde se generan diversos tipos de efluentes y encontrar las condiciones óptimas de operación para cada efluente. El presente estudio se centra en el tratamiento de agua residual de una empresa papelera por medio de la tecnología de electrocoagulación. La empresa cuenta con una planta de tratamiento de agua residual de sus efluentes, sin embargo la remoción de los sólidos suspendidos totales no cumple con el estándar de la empresa por lo que se busca una alternativa de tratamiento para obtener una agua de mejor calidad que pueda ser incorporada al proceso, reutilizándola en mayor porcentaje y la restante que se descargue este dentro de las normas oficiales vigentes sin afectar de manera significativa el medio ambiente, a su vez se tendría una disminución en la producción de lodos.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la remoción de los sólidos suspendidos totales por medio de la tecnología de electrocoagulación a nivel laboratorio, a través de la propuesta de un prototipo de reactor electroquímico por lotes y la identificación de las variables que pueden afectar el proceso: el material y distancias de electrodos, intensidad de corriente y conductividad del efluente.

## Descripción del Método

### *Caracterización del efluente.*

El agua residual utilizada en este estudio se obtuvo a la salida del clarificador de la planta de tratamiento de una empresa papelera, el muestreo se realizó en recipientes de 20 litros para su transporte y se conservó refrigerada a  $4\pm 0.1$  °C para su posterior tratamiento y análisis. El pH, temperatura, conductividad, sólidos totales (ST), sólidos totales volátiles (STV) y sólidos suspendidos totales (SST), y demanda química de oxígeno (DQO) se determinaron a través de técnicas estándar de análisis de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, sus valores característicos se reportan en la Tabla 1.

**Tabla 1 Caracterización del efluente de agua residual**

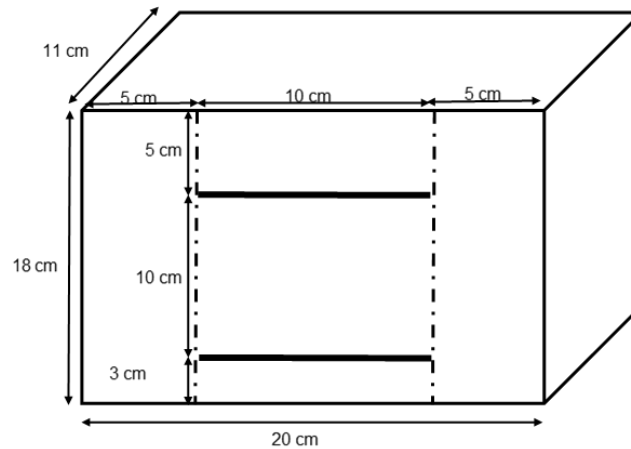
<b>Conductividad ms/cm</b>	3,01
<b>SST mg/l</b>	166
<b>DQO mg/l</b>	5760
<b>ST mg/l</b>	4164
<b>SVT mg/l</b>	2014
<b>pH</b>	6.45
<b>Temperatura</b>	27 ° C

### *Celda Electroquímica*

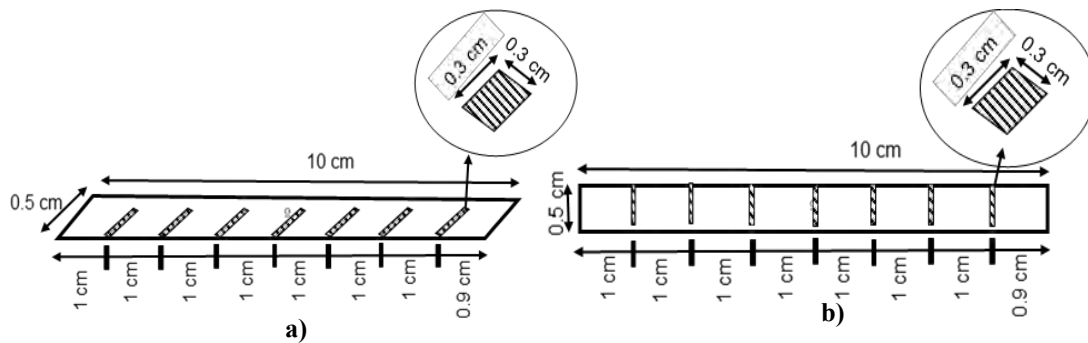
Se diseñó una celda electroquímica multifuncional por lote como se muestra en la Figura 1, de material acrílico y volumen aproximado de 4 L, con capacidad máxima de tratamiento de 3 L de efluente, en su base y en la parte superior tiene tiras intercambiables (Figura 2) que se colocan en el centro de esta, miden 10 cm de largo y cada una tiene



ranuras con distancias entre cada una de: 1, 1.5 y 2 cm, con la finalidad de colocar los electrodos a diferentes distancias y poder evaluar su efecto en la remoción de SST.

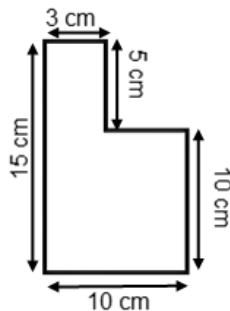


**Figura 1** Celda electroquímica de material de acrílico de espesor de 3mm



**Figura 2** Tiras intercambiables de 1 cm a) superior b) inferior

Estudios preliminares de tratamiento con de electrodos de aluminio y fierro, permitieron determinar que el aluminio es el candidato ideal para el tratamiento del efluente en estudio, por lo que se utilizaron cuatro electrodos de aluminio (Figura 3) con una superficie activa de 210.5 cm<sup>2</sup> por cada electrodo, conectados de manera monopolar a un rectificador Serie DCe-Novak con rango de 0-25 A y 0-12 V con pasos de amperaje de 0.1A y de voltaje de 0.1V. También se integró un agitador magnético a la celda electroquímica que operó a 350 rpm para mejorar las condiciones de mezclado de los coagulantes generados.



**Figura 3** Electrodo de Aluminio con un espesor de 3mm

*Experimentación*

En base a un Diseño de Experimentos Central Compuesto (Tabla 2) reportado por el software JMP 10®, se procedió a realizar 22 corridas a nivel laboratorio en la celda electroquímica previamente descrita, operando un tiempo de tratamiento de 25 minutos, amperaje (1, 3.5 y 6 A), distancia entre electrodos (1, 1.5 y 2 cm) y concentración de NaCl (1, 3 y 5 g/l). Las variables dependientes SST, ST, STV y DQO, se midieron al inicio y final del tratamiento, para efecto de este trabajo solo se reporta el porcentaje de remoción de los SST.

**Tabla 2 Aleatorización de experimentos por software estadístico JMP 10®**

No.	Distancia de Electrodos cm	Amperaje	[NaCl] g/l	No.	Distancia de Electrodos cm	Amperaje	[NaCl] g/l
1	2	1	5	12	2	6	1
2	1	6	1	13	2	1	5
3	2	1	1	14	1	6	1
4	1	1	5	15	2	6	1
5	2	6	5	16	1.5	3.5	3
6	1.5	3.5	3	17	1	1	1
7	1	6	5	18	1.5	3.5	3
8	1	1	5	19	1	1	1
9	1	6	5	20	1.5	3.5	3
10	2	1	1	21	2	6	5
11	1.5	3.5	3	22	1.5	3.5	3

*Análisis estadístico*

Una vez realizados los 22 experimentos, los datos experimentales obtenidos se analizaron usando el software JMP 10®. La ecuación de respuesta que correlaciona las variables dependientes e independientes se muestra a continuación:

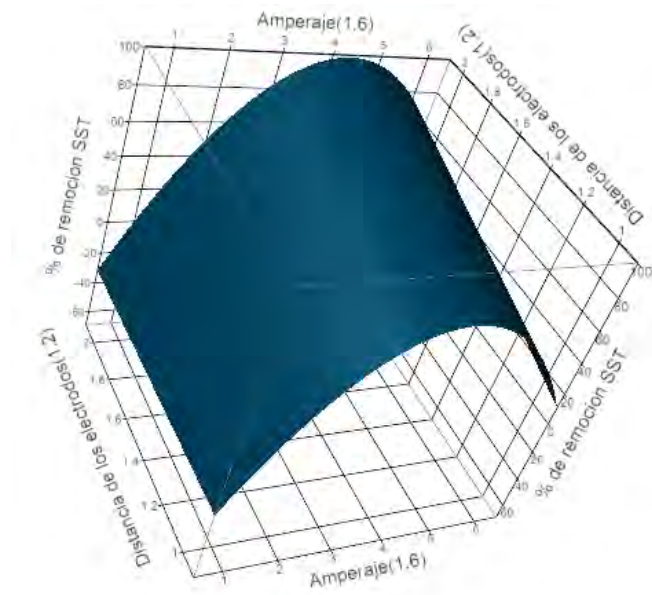
$$\begin{aligned}
 Y = & 81.1601816166667 + 26.94246166875 * \frac{(x_1 - 3.5)}{2.5} + 9.25832005625 * \frac{(x_2 - 1.5)}{0.5} + 10.36838759375 \\
 & * \frac{(x_3 - 3)}{2} + \frac{(x_1 - 3.5)}{2.5} * \left( \frac{(x_1 - 3.5)}{2.5} \right) * (-54.217719947917) + \left( \frac{(x_1 - 3.5)}{2.5} \right) * \left( \frac{(x_2 - 1.5)}{0.5} \right) \\
 & * 9.25832005625 + \frac{(x_1 - 3.5)}{2.5} * \left( \frac{(x_3 - 3)}{2} * 10.36838759375 \right) + \left( \frac{(x_2 - 1.5)}{0.5} \right) * \left( \frac{(x_3 - 3)}{2} \right) \\
 & * (-7.315752018)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Donde Y es la variable de respuesta; el porcentaje de remoción de SST, x<sub>1</sub> es el amperaje (A), x<sub>2</sub> es la distancia de los electrodos (cm) y x<sub>3</sub> es la concentración de NaCl (g/l). El reporte de análisis de varianza se muestra en la Tabla 3, donde se observa que el modelo de regresión tiene un alto coeficiente de correlación. R<sup>2</sup> = 0.9322, por lo que el modelo no explica el 6.78 % de variación presente. P<0.0001 lo cual muestra que es significativo. Además se puede observar los cuadrados medios del modelo son muy grandes comparados con los del error, por lo tanto se descarta la hipótesis nula y se acepta la alterna.

**Tabla 3 Análisis de la varianza del diseño de experimentos central compuesto**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor-F
<b>Modelo</b>	7	31480.878	4497.27	27.5399
<b>Error</b>	14	2286.204	163.30	<b>Prob&gt; F</b> < 0.0001*
<b>Total</b>	21	33767.082		
<b>R<sup>2</sup> =</b> 0.9322				

La grafica de superficie de respuesta se muestra en la Figura 4, donde se representa el porcentaje de remoción de SST en función del amperaje y distancia de los electrodos, en ella se observa que el porcentaje de remoción de SST aumenta al aumentar el amperaje y la distancia entre electrodos, hasta un valor de 4.57 A. Las condiciones óptimas de operación que permite maximizar el porcentaje de remoción de los SST se muestran en la Tabla 4.



**Figura 4 Superficie en respuesta de los experimentos realizados**

**Tabla 4 Condiciones óptimas de operación para maximizar el porcentaje de remoción de SST.**

Amperaje	Distancia de electrodos (cm)	NaCl (g/l)	Predicción de % remoción SST
4.57	2	5	100 %

## Comentarios Finales

### Conclusiones

Los resultados experimentales obtenidos indican que el proceso electroquímico puede ser aplicado a la remoción de Sólidos Suspendedos Totales para el tratamiento de efluentes de la empresa papelera.

La significancia de las variables independientes consideradas en este estudio: distancia entre electrodos, concentración de cloruro de Sodio y Amperaje aplicado, así como el modelo de regresión se determinó a través de un análisis de varianza.

Al realizar experimentación a nivel laboratorio con valores de operación cercanos a los valores óptimos reportados por el análisis de superficie de respuesta permitieron alcanzar porcentajes de remoción de los Sólidos Suspendedos Totales objeto de este estudio mayores al 90%.

### Agradecimientos

*Este trabajo se realizó con el apoyo financiero del Tecnológico Nacional de México a través del proyecto 5734.16-P denominado "Aplicación de la electrocoagulación a efluentes de la industria del papel y textil".*

## Referencias

- Chen, G. (2004). Electrochemical technologies in wastewater treatment. *Separation and Purification Technology*, 38 (2004) 11–41. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.seppur.2003.10.006>
- Emamjomeh, M. M., & Sivakumar, M. (2009). Review of pollutants removed by electrocoagulation and electrocoagulation/flotation processes. *Journal of Environmental Management*, 90 (2009) 1663–1679. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.011>
- Escobar, C., Soto-Salazar, C., Toral, M. I. (2006). Optimization of the electrocoagulation process for the removal of copper, lead and cadmium in natural waters and simulated wastewater. *Journal of Environmental Management*, 81 (2006) 384–391. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.11.012>
- Mercado Martínez, I. D., González Silva, G. & Valencia Hurtado, S. H. (2013). Remoción De Níquel Y Dqo Presentes En Las Aguas, 10 (19)13–21.
- Mollah, M. Y., Schennach, R., Parga, J. R., & Cocke, D. L. (2001). Electrocoagulation (EC)--science and applications. *Journal of Hazardous Materials*, B84 (2001), 29–41. Recuperado de [http://doi.org/10.1016/S0304-3894\(01\)00176-5](http://doi.org/10.1016/S0304-3894(01)00176-5)
- Restrepo Mejía, A. P., Arango Ruiz, A. & Gárcees Giraldo, L. F. (2006). La Electrocoagulación: retos y oportunidades en el tratamiento de aguas. *Producción + Limpia*. 1 (2) 58-77.

## Notas Biográficas

La Ing. Elena López Torres, es Ingeniera Bioquímica egresada del Instituto Tecnológico de Durango, actualmente cursa la Maestría en Sistemas Ambientales.

El M.C. Rafael Lucho Chigo, es Profesor investigador en el TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales, con maestría en Ciencias en Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Celaya.

El Dr. Sergio Valle Cervantes, es Profesor investigador en el TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales, cuenta con un doctorado en Ingeniería Química de la universidad de Texas en Austin y una maestría en Ingeniería en el ITESM en ingeniería de procesos.

La M.C. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales es Profesor investigador en el TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales, cuenta con una maestría en Sistemas de control de la contaminación ambiental del ITESM en Monterrey, candidata al grado de doctor en ingeniería en recursos del agua e ingeniería ambiental en la Universidad de Texas en Austin.

El Dr. Alfredo de Jesús Martínez Roldán es Cátedra Conacyt comisionado al TecNM/Instituto Tecnológico de Durango/Maestría en Sistemas Ambientales. Los grados de Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias con especialidad en Biotecnología los obtuvo en el Cinvestav Unidad Zacantenco en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería.

# Prevención de riesgos sanitarios respecto a la calidad del agua a servicios de buceo recreativo en Acapulco, Guerrero

Lic. Erich Jordav López Vera<sup>1</sup> y Dr. Ramiro Morales Hernández<sup>2</sup>.

**Resumen**— La investigación tuvo el objetivo de analizar la calidad del agua en 5 sitios específicos para el buceo recreativo de la bahía de Acapulco. Se tomaron muestras para el análisis de enterococos, temperatura y turbidez de cada sitio. Los resultados se ocuparon para la elaboración de un informe con datos recientes de la calidad del agua, recomendaciones y descripción de técnicas para que la cooperativa pueda determinar características específicas de la calidad del agua sin interferir con sus rutinas de servicios. La colaboración con la cooperativa de buceo “Buzos mineros y gambusinos” fue importante para la realización de este proyecto, debido a la importancia que representa el conocimiento de las condiciones del agua de las principales áreas donde operan y así garantizar la seguridad de sus servicios.

**Palabras clave**— Buceo recreativo, calidad del agua, prevención de riesgos.

## Introducción

La seguridad sanitaria en actividades recreativas con contacto primario en el agua, tiene una detallada norma; la NMX-AA-120-SCFI-2016, que explica la necesidad de prevenir riesgos a la salud pública por la contaminación microbiología en agua de uso recreativo. Además, describe los agentes patógenos responsables de enfermedades gastrointestinales (enterococos) y los límites permisibles de estos microorganismos disueltos en el agua para poder considerarla apta para uso recreativo (DOF, 2016).

Dentro de las diversas actividades recreativas marinas en el puerto, existen riesgos sanitarios e inconvenientes en la calidad del agua que pueden interferir con la satisfacción de los usuarios. Los variados sitios posibles para bucear permiten a distintas empresas prestar sus servicios. Pero el poco conocimiento de algunos factores que inciden en la calidad del agua hace difícil contar con un plan que les ayude a prevenir problemas de salud.

“Los riesgos sanitarios pueden incluir organismos patógenos que causan infecciones gastrointestinales por ingestión o infecciones del tracto respiratorio superior, orejas, ojos, cavidad nasal y piel. Estudios epidemiológicos, han mostrado un número adverso en problemas de salud asociado con agua recreativa contaminada con materia fecal. Esto puede resultar en una carga significativa de enfermedades y pérdidas económicas” (World Health Organization, 2003).

Las medidas de seguridad en los servicios y la prevención de riesgos son importantes para procurar la salud de los prestadores del servicio de buceo y sus usuarios. Resguardar la salud de los usuarios es un incentivo para volver a requerir los servicios de buceo en un futuro. En última instancia, esto refuerza su competitividad en el mercado.

### *Planteamiento del problema*

“La calidad de agua para uso recreativo en centros turísticos es un factor primordial para garantizar la protección de la salud de los usuarios. Estudios en agua marina y playas indican que las enfermedades de las mucosas, de la piel y digestivas asociadas con los bañistas están directamente relacionadas con los niveles de contaminación fecal”, (COFEPRIS, 2010).

En el puerto de Acapulco existen factores que afectan la calidad del agua de mar tal es el caso de descargas de aguas residuales que terminan en las playas de la bahía. Se desconoce el alcance que esta contaminación marina pudiera tener y si en dado caso esta se adentra hasta ciertos sitios de buceo.

Las playas del puerto de Acapulco son monitoreadas por el Laboratorio Estatal de Salud Pública del estado de Guerrero. Pero, este no es el caso en las áreas de buceo recreativo (normalmente alejadas de la línea de costa) donde existe poca o nula información de sus condiciones. La ausencia de monitoreo en áreas de buceo recreativo impide a los prestadores del servicio contar con un plan que permita prevenir riesgos sanitarios de origen hídrico y retribuya al conocer las mejores épocas para un buceo saludable, más satisfactorio y seguro.

### *Justificación*

“El buceo es un uso alternativo y no consuntivo de la biodiversidad marina que, debidamente practicado, tiene bajo impacto ambiental, estimula la conservación de los arrecifes y es una opción económica para habitantes de áreas arrecifales o con potencial para el buceo” (James y Márquez, 2011). Por lo tanto, es pertinente reforzar la seguridad sanitaria de los usuarios de este deporte frente a algunos problemas de salud que pudieran deberse a la contaminación

<sup>1</sup>Erich Jordav López Vera. Estudiante de la Maestría en Gestión del Desarrollo Sustentable de la UAGro, Acapulco, Guerrero. jordav.lopez@gmail.com (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup>Dr. Ramiro Morales Hernández. Catedrático de la Maestría en Gestión del Desarrollo Sustentable de la UAGro, Acapulco Guerrero. mohera18@hotmail.com

microbiológica. El establecer un proyecto que incluya un diagnóstico de la posible contaminación fecal y otros factores físicos, ayudara a los prestadores del servicio a prevenir riesgos sanitarios y contribuiría a planificar mejor sus labores.

#### *Objetivo general*

- Elaborar un manual de prevención sanitaria de 5 estaciones de buceo a servicios de buceo recreativo en Acapulco, Guerrero.

#### *Objetivos específicos*

- Evaluar la calidad del agua de las estaciones de buceo respecto a el numero permisible de enterococos establecido por la COFEPRIS para agua de uso recreativo.
- Evaluar la turbidez del agua por estación de buceo.
- Identificar las estaciones y épocas con resultados dentro de norma.
- Crear un manual de prevención de riesgos sanitarios a servicios de buceo recreativo.

#### *Área de estudio*

El criterio seguido para elegir las zonas de muestreo es de aquellos sitios utilizados por la cooperativa “Buzos Mineros y Gambusinos, SOCC. COOP. de R.L. C.V.” para prestar sus servicios de buceo recreativo (figura 1).

- 1.- La yerbabuena: 16°49'28.9"N 99°54'02.2"W
- 2.- El Rincón: 16°49'22.6"N 99°54'50.6"W
- 3.- Casa del árabe: 16°49'40.8"N 99°54'50.9"W
- 4.- Corsario: 16°50'06.3"N 99°53'37.2"W
- 5.- Rio de la plata: 16°50'49.60" N 99°51'00.30" W



Figura 1. Ubicación de los cinco sitios de buceo recreativo en el puerto de Acapulco, Guerrero.

### **Método de estudio**

#### *Análisis de agua*

Se baso en lo establecido por la NMX-AA-120-SCFI-2006 y NOM-210-SSA1-2014, a través del método de sustrato cromogénico definido; en esta, la determinación de organismos enterococos se fundamenta en el uso de sustratos cromogénicos hidrolizables por la detección de enzimas derivas del metabolismo del grupo enterococo, como *E. faecium* y *E. fecales*. Con esta técnica el grupo se define como todas las bacterias que poseen la enzima  $\beta$ -glucosidasa, cuando el reactivo es adicionado a la muestra e incubado a  $41^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  por  $24\text{h} \pm 2\text{h}$ , se produce una fluorescencia dada por los Enterococos que metabolizan el indicador nutritivo.

Las muestras de agua se recolectaron en los meses de julio, agosto y septiembre del 2017 abarcando la temporada de lluvias, en cada sitio de buceo se tomaron dos muestras; una superficial (30 cm. Bajo la superficie) y otra

profunda (5-20 m) dependiendo de la profundidad de cada sitio donde se realiza el buceo. En total se analizaron 30 muestras de agua, 10 muestras por mes.

#### Turbidez

Existe poca estandarización para medir la turbidez del agua utilizando el disco de Secchi, pero es ampliamente aceptado por ser un método sencillo y práctico. Se siguieron las recomendaciones de Smith (2001) para obtener la profundidad de Secchi, las cuales son las siguientes:

- Se promedia las medidas de la profundidad a la que el disco desaparece a la vista dentro de la columna de agua y la profundidad a la cual vuelve a ser visible.
- Más de un observador debe colaborar para mejorar la precisión de las medidas.
- El disco debe ser sumergido en el lado iluminado de la embarcación.
- La medida del disco de Secchi dependerá de la claridad visual del agua.

#### Elaboración del manual

El manual se compuso con los datos recabados de la calidad del agua durante los 3 meses de muestreo. Se añadieron tablas de comparación respecto a cada sitio muestreado. Se incorporaron las técnicas seguidas paso a paso para la toma de muestras y medidas. De los resultados obtenidos, se dieron una serie de recomendaciones de seguridad respecto a la calidad del agua. También se citaron las normas seguidas en el proceso de investigación.

### Resultados

En el mes de julio del 2017 el 100% de las muestras resultaron dentro de norma (Tabla 1); 7/10 muestras resultaron en <10/100ml (número más probable de microorganismos/100ml de muestra), siendo un resultado óptimo. 3/10 muestras dieron un resultado de 10/100ml, representando un valor dentro de norma muy por debajo del límite máximo permisible de 200/100ml. La temperatura promedio fue de 30°C, lo cual es una temperatura agradable para el buceo. La profundidad de Secchi marco una visibilidad promedio de 8 metros bajo columna del agua. Durante el mes de julio se obtuvo los mejores resultados respecto a calidad del agua.

Para el mes de agosto del 2017 el 100% de muestras demostraron estar dentro de norma (Tabla 2); 6/10 muestras tuvieron valores de <10/100ml, también siendo este último el valor más bajo. El valor más alto lo presentó el punto conocido como “el rincón” en la muestra superficial de la zona, con un valor de 75/100ml, posteriormente le sigue “el rincón” en la muestra profunda con un valor de 31/100ml, por último, “ensenada del árabe” parte superficial dio como resultado 30/100ml. El promedio de temperatura de las zonas fue de 29.5°C. Las partículas suspendidas permitían una visibilidad promedio de 7m en la columna de agua.

Durante el mes de septiembre del 2017 los análisis de agua también mostraron un 100% de resultados dentro de norma (Tabla 3); 5/10 muestras tuvieron un valor <10/100ml, siendo el valor más bajo presente. 3/10 muestras resultaron en 10/100ml. El valor más alto corresponde a la muestra superficial de “el corsario”, el cual resulto en 41/100ml. La muestra superficial del sitio conocido como “río de la plata” dio un valor de 20/100ml. La temperatura promedio por los 5 sitios fue de 29°C. La visibilidad bajo la columna de agua en cuatro de los cinco sitios fue de 5m. En río de la plata la visibilidad promedio fue de 3.25m. En esta ocasión la visibilidad fue considerablemente menor en comparación con los meses de julio y agosto. Una hipótesis, es que las constantes lluvias provocadas por el huracán Max durante el mes de septiembre terminaron arrastrando sedimentos dentro de la bahía.

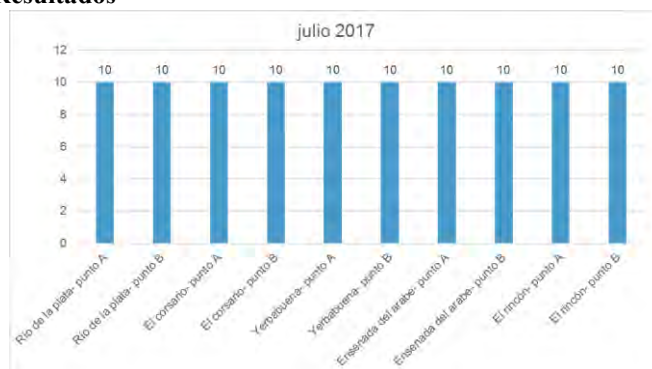


Tabla 1. Resultados de NMP/100ml por zona de buceo

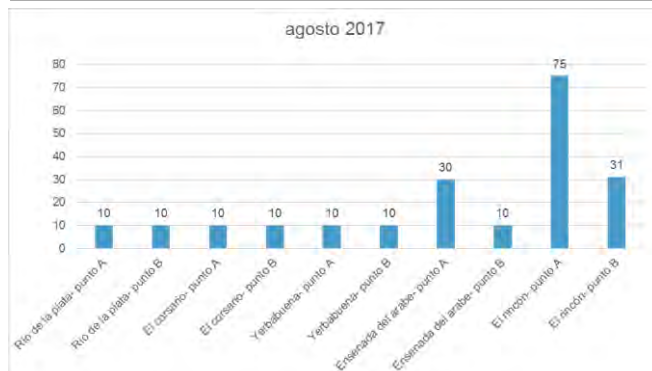
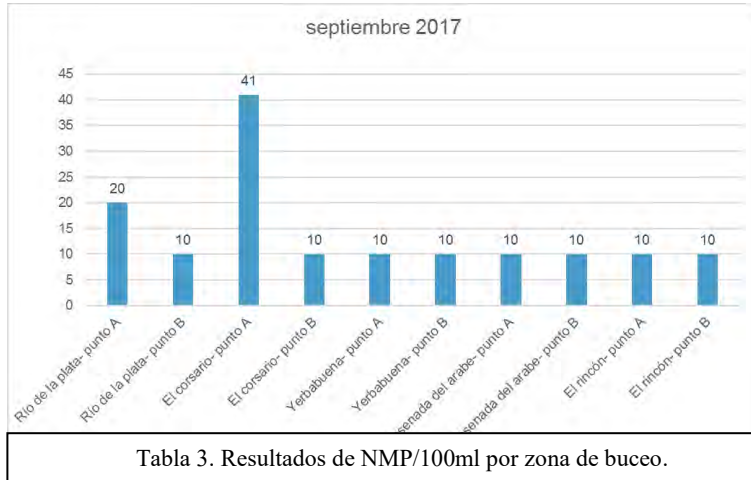


Tabla 2. Resultados de NMP/100ml por zona de buceo.



### Conclusiones

En este análisis preliminar de 3 meses de los 10 meses que pretende cubrir la investigación, se han obtenido resultados favorables a lo que se refiere en calidad del agua de mar para uso recreativo, específicamente en sitios de buceo donde la cooperativa presta sus servicios. Esto es de ayuda para los prestadores del servicio porque así se garantiza la seguridad de los usuarios en términos de salud. Además, esta información es vital para una mejor planeación y promoción de las actividades de la cooperativa. Por otra parte, esta información rectifica el compromiso que debe adquirir la cooperativa para mejorar sus actividades, asegurando que estas sean de bajo impacto, concientizando en el proceso a sus usuarios de la necesidad de mantener el ecosistema costero saludable.

### Comentarios finales

### Referencias

James, C., y Márquez, C. (2011) "Valoración económica del buceo como estrategia de uso sostenible de la biodiversidad marina, Archipiélago de San Andrés y Providencia, Caribe Colombiano". *Gestión y Ambiente*, 14(1), 37-53 Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Norma mexicana NMX-AA-120-SCFI-2016. "Que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas". Diario Oficial de la Federación, 7 de diciembre del 2016.

Norma Oficial Mexicana. NOM-210-SSA1-2014 Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. Diario Oficial de La Federación, 26 de junio del 2015.

Secretaría de Salud, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. COFEPRIS. (2010) Lineamientos para determinar la calidad de agua de mar para uso recreativo con contacto primario.

Smith, D. (2001) "A protocol for standardizing Secchi disk measurements, including use of a viewer box". *Lake and Reservoir Management*, 17(2), 90-96.

World Health Organization (2003) "Guidelines for safe recreational water environments, volume 1: Coastal and fresh waters".



# MICROENCAPSULACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CANELA (*CANELÓN*) MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN UTILIZANDO GOMA ARÁBIGA Y ALMIDÓN DE MAÍZ COMO MATERIAL DE PARED

Dra. Leticia Lopez Zamora<sup>1</sup>, Dr. José Amir González Calderón<sup>2</sup> y Ing. Luz Del Carmen López Zapata<sup>3</sup>

**Resumen**— En este estudio, a partir de un diseño de superficie de respuesta tipo Box Behnken se evaluó la eficiencia del proceso de encapsulación del AEC (*Canelón*). Se consideraron como variables independientes: concentración de ST (10, 20 y 30%), PME (25:75,50:50, 75:25), concentración de AEC (10, 20, 30%), las microcápsulas se formaron empleando el método de secado por aspersión, considerando temperaturas de entrada y salida de 160 y 65°C respectivamente y flujo de entrada de aire 0.32 m<sup>3</sup>/min. Los resultados mostraron que, de las 15 formulaciones estudiadas, con condiciones de ST (10%), concentración de AEC (10%) y PME (50:50) se obtuvo una eficiencia de 34.55%, se determinó que las variables que afectan directamente a la eficiencia son los ST y la relación de AEC.

**Palabras clave**—aceite de canela, microencapsulación, eficiencia de microencapsulación, secado por aspersión.

## Introducción

La canela es una de las especies más comunes, debido a su profundo y exótico aroma. Sin embargo, recientes investigaciones han rebelado su uso como antioxidante, antiinflamatorio e incluso como antimicrobiano, estas propiedades se deben a los compuestos químicos que constituyen la canela: ácido cinámico, cinnamaldehído, cinamato, eugenol (Ranasinghe *et al.*, 2013).

Los aceites esenciales de canela que se extraen de la corteza, de las hojas y de la raíz tienen composiciones diferentes. El aceite esencial que se extrae de la corteza está constituido principalmente por cinnamaldehído y eugenol. Por otra parte, el aceite esencial que se obtiene de las hojas está constituido principalmente por eugenol (Muthuswamy *et al.*, 2008). El cinnamaldehído fue aislado por primera vez del aceite esencial de hojas de canela en 1834 por Bumas y Peligot. El producto natural es el trans-cinnamaldehído, cuya molécula consiste en un grupo fenol unido a un aldehído insaturado, clasificado como GRAS (generally regarded as safe) por la FDA y su uso está aprobado en alimentos (Ali *et al.*, 2009). Los aceites esenciales presentan como principal desventaja la oxidación una vez que estos son extraídos, por ello es necesario implementar técnicas que permitan conservar sus propiedades.

La microencapsulación es una alternativa factible que permite la protección de compuestos bioactivos, así como la liberación controlada, aumentando la vida útil del producto (Martins *et al.*, 2014). La microencapsulación se realiza empleando numerosos procesos, entre ellos el secado por aspersión o Spray drying, la coaservación, formación de liposomas entre muchos otros (Matiz-Melo *et al.*, 2015). El secado por aspersión es un método de microencapsulación ampliamente utilizado en la industria, durante el proceso de atomización (spray drying), pequeñas gotas líquidas son secadas y endurecidas por una corriente de aire caliente. Un cambio extra en la superficie de las gotas por transferencia de calor y masa y un diferencial elevado de temperaturas entre el líquido y el aire (20°C a 200 °C) produce una alta velocidad de secado inicial. El agua u otro solvente utilizado se evapora continuamente de la superficie de las gotas, lo cual produce más y más secado. Consecuentemente la temperatura del aire disminuye y la humedad relativa del aire se incrementa (Turchiuli *et al.*, 2011). El desarrollo de un sistema de encapsulación eficaz se basa en el conocimiento del componente activo que se requiere microencapsular, así como su estabilidad y los factores que intervienen en su proceso degenerativo (Nazzaro *et al.*, 2012). Generalmente, los materiales de pared usados para la microencapsulación son goma arábica, maltodextrina, carbometilcelulosas y almidón (Matiz-Melo *et al.*, 2015).

<sup>1</sup> La Dra. Leticia López Zamora es profesor investigador de la división de estudios de posgrado e investigación del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Orizaba [letylopezito@gmail.com](mailto:letylopezito@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. José Amir González Calderón es profesor investigador del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya [amir.gonzalez@iqcelaya.itc.mx](mailto:amir.gonzalez@iqcelaya.itc.mx)

<sup>3</sup> La Ingeniero Luz Del Carmen López Zapata es alumna de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico De Orizaba [carmen\\_77lz@hotmail.com](mailto:carmen_77lz@hotmail.com)

Los parámetros del proceso como la velocidad y la temperatura del aire de entrada, la velocidad del líquido atomizado, el tamaño de la boquilla, la presión y la temperatura de la cámara entre otros, afectan el rendimiento del proceso y la morfología de las partículas (Cheow *et al.*, 2010).

El objetivo de esta investigación, fue determinar por medio de las diferentes formulaciones obtenidas por medio de un diseño de superficie de respuesta tipo Box Behnken la influencia de las concentraciones de los materiales de encapsulación, aceite esencial de canela y total de sólidos en la eficiencia de la microencapsulación, utilizando como materiales de pared: goma arábica y almidón de maíz, a fin de poder proporcionar un medio de protección y conservación del aceite esencial de canela por medio del método de la microencapsulación por secado por aspersión

### Descripción del método

#### *Diseño experimental para metodología de superficie de respuesta*

Se aplicó como análisis de superficie de respuesta Box-Behnken, cuyas combinaciones se muestra en la Tabla 1. Las variables independientes consideradas en el diseño de experimentos son: sólidos totales donde la suma de estos corresponde a los materiales de encapsulación: almidón de maíz más goma arábica, concentración de aceite esencial con respecto a los sólidos y la proporción de almidón/goma arábica, siendo la variable de respuesta la eficiencia de la microencapsulación.

Tabla 1. Factores para el diseño Box-Behnken del proceso de microencapsulación del AEC

Experimento	Factores de estudio		
	Sólidos	Relación AE	Almidón + Goma
1	10	10	50:50
2	30	10	50:50
3	10	30	50:50
4	30	30	50:50
5	10	20	25:75
6	30	20	25:75
7	10	20	75:25
8	30	20	75:25
9	20	10	25:75
10	20	30	25:75
11	20	10	75:25
12	20	30	75:25
13	20	20	50:50
14	20	20	50:50
15	20	20	50:50

#### *Preparación de la emulsión*

Para la preparación de la emulsión, se realizaron 15 formulaciones en las cuales para cada una de ellas la goma arábica y el almidón de maíz se prepararon por separado, primero en un vaso de precipitado de 250 mL se disolvió la goma arábica en una cantidad correspondiente del 50% del total de agua destilada a temperatura de 65°C. Por otra parte, en otro vaso de precipitado de 250 mL se disolvió el almidón de maíz con el 50% restante de agua destilada a 65°C ambas muestras se mantuvieron en agitación constante en una plancha de calentamiento, dejándolas enfriar a

temperatura ambiente, una vez frías se colocó el almidón de maíz en agitación a temperatura ambiente y se le añadió de manera moderada la solución de goma arábiga, la mezcla se mantuvo en agitación hasta obtener una suspensión uniforme. A la suspensión de goma arábiga y almidón se le añadió la cantidad de AEC correspondiente al número de experimento (10, 20 y 30% respecto a los sólidos totales), esta mezcla se mantuvo en agitación constante. Finalmente, la suspensión que se obtuvo se llevó a un proceso de microfluidización con un homogeneizador dispersor ULTRATURRAX-T-10 BASIC nivel 1 (8000 rpm) por un lapso de 10 min con la finalidad de tener una emulsión más estable que se conoce como emulsión fina.

#### *Estabilidad de la emulsión*

El grado de estabilidad de la emulsión, se midió inmediatamente después de haberla preparado, tomando una alícuota de 5 mL y transfiriéndola a tubos para centrifuga tipo Falcon graduados de plástico, posteriormente se almacenó a temperatura ambiente por un día. Una vez transcurridas las 24 h se midió el volumen de la fase superior y se aplicó la ecuación (1).

$$\% \text{ Separación} = \left[ \left( \frac{V_1}{V_0} \right) * 100 \right] \quad (1)$$

Donde  $V_0$  representa el volumen inicial de la emulsión (mL) y  $V_1$  es el volumen de la fase superior (mL).

#### *Microencapsulación*

Se empleó un secador por aspersión modelo ADL-311S marca Yamato, con una temperatura de aire de entrada 160 °C, temperatura de salida del aire 65 °C ± 2 °C, flujo de entrada del aire 0.32 m<sup>3</sup>/min, presión de compresión del aire 1 MPa, flujo de alimentación de la muestra 13 mL/min. Las microcápsulas obtenidas se almacenaron a 4°C en cajas Petri esterilizadas para su posterior análisis.

#### *Rendimiento de la microencapsulación*

El rendimiento de la microencapsulación fue calculado como la relación entre el contenido de sólidos totales en el polvo resultante y el total de contenido de sólidos en la mezcla de alimentación expresado como porcentaje, mediante la ecuación 2.

$$RE(\%) = \frac{W_m}{W_o} * 100 \quad (2)$$

Donde RE corresponde al rendimiento de la microencapsulación (%m),  $W_m$  es el peso total de microcápsulas obtenido (g) y  $W_o$  es el peso total de sólidos de entrada en cada emulsión (g).

#### *Eficiencia de la microencapsulación*

La eficiencia fue calculada con base en el AEC retenido dentro de las microcápsulas mediante la ecuación 3.

$$E(\%) = \frac{A_T}{A_I} * 100 \quad (3)$$

Donde E es la eficiencia de la microencapsulación (%m),  $A_T$  es el contenido de aceite total (g),  $A_I$  corresponde al contenido de aceite inicial (g).

El contenido de aceite total se cuantificó de acuerdo al método AOAC 922.06 (2005) para determinación de grasa total por hidrólisis ácida. Se pesaron 0.5 g de cada uno de los 15 experimentos de microencapsulado del AEC, a los cuales se les adicionó 0.5 mL de alcohol etílico y 2.5 mL de ácido clorhídrico, se mezcló y se llevó a baño maría por 40 min, posteriormente se añadieron 2.5 mL de alcohol etílico y se dejó enfriar. Cada tratamiento se transvasó a tubos Mojonnier y se realizaron 4 lavados con éter etílico y éter de petróleo y se transvasaron a vasos previamente pesados donde se dejó evaporar el solvente por aproximadamente 1 h y finalmente se llevó a estufa a 100 °C por 1 h. hasta obtener peso constante y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

#### *Resumen de resultados*

En la Tabla 2 se presentan los datos de la eficiencia del proceso de microencapsulación de cada una de las formulaciones obtenidas de microcápsulas. Se obtuvieron eficiencias en el rango de 1.0550 a 34.5550 %, siendo el

experimento número 1 el que presentó mayor eficiencia de microencapsulación. Las diferencias en los valores de la eficiencia de encapsulación se deben a los parámetros del proceso de secado (Jafari *et al.*, 2008).

Tabla 2. Eficiencia y rendimiento del proceso de microencapsulación del AEC

No. experimento	Eficiencia (%)	Rendimiento (g)
1	<b>34.5550</b>	30
2	8.8767	16.50
3	10.5800	35
4	10.0850	18.17
5	26.3050	56.75
6	8.2142	35
7	10.0017	<b>57.50</b>
8	1.5117	18.17
9	13.9400	36.50
10	10.4775	26.13
11	1.0550	<b>4.88</b>
12	4.4925	39.75
13	5.8387	21.38
14	8.1012	22.50
15	6.9888	31.38

La diferencia que se observa en las eficiencias reportadas se ve afectada por la temperatura de entrada, así como de la temperatura de salida manipuladas en el secador por aspersión (Figuroa *et al.*, 2016), de igual manera se ven a afectadas por las propiedades de los materiales encapsulantes como lo son la capacidad de emulsificación y la retención de los compuestos volátiles (Krishnan *et al.*, 2005).

#### *Rendimiento*

La microencapsulación de AEC empleando una concentración de este del 20%, 10 % de materiales encapsulantes (goma arábiga + almidón de maíz) con una relación de estos materiales de 75:25, presentó un mayor rendimiento con 57.50% (Tabla 2). De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que los rendimientos más altos se obtuvieron a condiciones de concentraciones similares. Por otra parte, el rendimiento más bajo es aquel experimento con condiciones de concentraciones del 20% de AEC, 20 % de materiales encapsulantes, relación de materiales 75:25. Roccia *et al.*, (2014), encontraron que existen varios factores que afectan al rendimiento del proceso de microencapsulación por secado por aspersión, entre ellos la capacidad de aspiración del ciclón, la velocidad de alimentación y la temperatura de secado. Ellos encontraron que una alta capacidad de aspiración permite una mejor velocidad de separación de las partículas y una mayor fuerza de arrastre lo que permite desprender mayor cantidad de partículas de la cámara de secado y mejorar el rendimiento.

#### *Análisis del diseño experimental*

En la tabla 3 se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) efectuado para el estudio de la influencia de las variaciones en las distintas formulaciones de las emulsiones para las microcápsulas. Se analizan los resultados de la eficiencia de la microencapsulación. Donde A corresponde a los sólidos totales, B a la relación de AEC y C a la proporción de materiales encapsulantes.

Mediante el análisis de varianza ( $p < 0.05$ ) (Figuroa *et al.*, 2016), se observa que A y C repercuten de manera positiva en la eficiencia de la microencapsulación del AEC, de igual forma que la interacción AB afecta positivamente el rendimiento de las microencapsulación. Esto demuestra que las condiciones de microencapsulación (temperatura de entrada, caudal y velocidad del aire) controladas en el secador por aspersión no son los únicos factores que influyen

sobre las eficiencias de la microencapsulación (Figuroa *et al.*, 2016) sino que también se ve afectada la eficiencia de microencapsulación por las concentraciones y propiedades de los materiales utilizados para la formulación de las emulsiones (Krishnan *et al.*, 2005).

Tabla 3. Análisis de varianza de las distintas formulaciones de materiales de encapsulación

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor-P
Modelo	1024.27	9	113.81	0.0161
A	347.87	1	347.87	0.0041*
B	64.93	1	64.93	0.0828
C	219.20	1	219.20	0.0106*
AB	158.55	1	158.55	0.0197*
AC	23.04	1	23.04	0.2539
BC	11.90	1	11.90	0.3968
A <sup>2</sup>	157.56	1	157.56	0.0199
B <sup>2</sup>	23.36	1	23.36	0.2510
C <sup>2</sup>	14.78	1	14.78	0.3494
Residual	69.37	5	13.87	
Falta de ajuste	66.81	3	22.27	0.0548
Error Puro	2.56	2	1.28	
Total	1093.63	14	113.81	

El modelo obtenido mediante el ANOVA fue uno de segundo orden, el cual es un modelo que genera mayor precisión en la búsqueda de las condiciones óptimas en la eficiencia de la microencapsulación del AEC.

$$R = 6.97623 - 6.59426A - 2.84896B - 5.23448C + 6.29582AB + 2.40020AC + 1.72500BC + 6.53242A^2 + 2.51552B^2 - 2.00050C^2$$

Una manera para saber que los datos experimentales y los datos generados por el modelo se ajustan de manera adecuada es mediante un dato de ajuste conocido como R<sup>2</sup> la cual nos arroja un valor de 0.93, tal coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede obtener dicho modelo. Como se observa en la Figura 1 de la superficie de respuesta para la eficiencia de microencapsulación del AEC se muestra una trayectoria de ascenso pronunciado dirigido a la eficiencia de microencapsulación, de igual forma observando el gráfico de contornos se observa a partir de la eficiencia 9.6 a la eficiencia 27.35 la dirección en ascenso como se observa en la superficie de respuesta. Las líneas de contorno de la superficie (Figura 1.a) infieren que aún se está lejos de la región del óptimo pues no es apreciable ningún tipo de cambio de curvatura en la tendencia creciente que el comportamiento posee. Sin embargo, esto demuestra las dos variables relación de ST-relación de AEC son las necesarias para realizar el proceso de optimización.

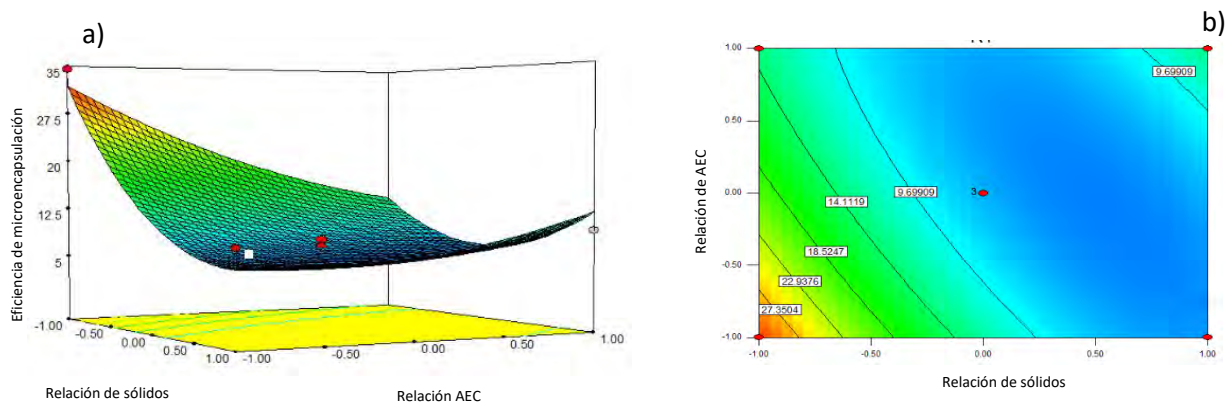


Figura 1. a) Superficie de respuesta, b) gráfica de contornos para la eficiencia de microencapsulación del AEC

### Conclusiones

Los resultados mostraron que, de las 15 formulaciones estudiadas, con condiciones de sólidos totales (10%), concentración de aceite esencial de canela (10%) y proporción de materiales encapsulantes (50:50) se obtuvo una eficiencia máxima de 34.55%. Por medio del análisis del diseño Box Behnken se encontró que las variables que afectan directamente a la eficiencia de la microencapsulación son los sólidos totales y la relación de aceite esencial de canela.

El estudio realizado aplicando la metodología de superficie de respuesta es una primera aproximación para la optimización del proceso de microencapsulación de AEC.

### Recomendaciones

Considerar que en el proceso de secado por aspersión no solo influyen las condiciones de operación del secador, sino que también van a influir sobre las características de las microcápsulas las propiedades de los materiales encapsulantes.

### Referencias

- Cheow, W. S, Li, S., Hadinoto, K. "Spray drying formulation of hollow spherical aggregates of silica nanoparticles by experimental design". Chemical Engineering Research and Design, Vol. 88, No. 5, 2010.
- Figueroa, P. M., Ceballos, M. A. y Hurtado Andrés, M. "Microencapsulación mediante secado por aspersión de aceite de mora extraído con CO<sub>2</sub> supercrítico". Rev. Colomb. Quim. Vol. 45, No. 2, 2016.
- Krishnan, S., Kshirsagar, A. C. y Singhal, R. S. "The use of gum arabic and modified starch in the microencapsulation of a food flavoring agent", Carbohydrate Polymers, Vol. 62 No.1, 2005
- Jafari, S. M., Assadpoor, E., He, Y. y Bhandari, B. "Encapsulation Efficiency of Food Flavours and Oils during Spray Drying". Drying Technology: An international Journal, Vol. 26 No. 7, 2008.
- Martins, M. I., Barreiro, M. F., Coelho, M., Rodrigues, A. E. "Microencapsulation of essential oils with biodegradable polymeric carriers for cosmetic applications". Chemical Engineering Journal, Vol. 245, No.1, 2014.
- Matiz-Melo, G. E., Fuentes-López, K., León-Méndez, G. "Microencapsulación de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en matrices poliméricas e almidón de ñame (*Dioscorea rotundata*) modificado". Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas (en línea), Vol. 22, No. 2, 2015, consultada por Internet el 05 de septiembre del 2017. Dirección de internet: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa>
- Muthuswamy, S., Rupasinghe, H. P. V. y Stratton, G. W. "Antimicrobial effect of cinnamon bark extract on *Escherichia coli* 0157:H7, *Listeria innocua* and fresh-cut apple slices". Journal of Food Safety, Vol. 28 No. 4, 2008.
- Nazzaro, F., Orlando, P., Fratianni, F. y Coppola, R. "Microencapsulation in food science and biotechnology". Current Opinion in Biotechnology, Vol. 23, No. 2, 2012.
- Ranasinghe, P., Piger, S., Premakumara, G. S., Galappaththy, P., Constantine, G. R. y Katulanda, P. "Medicinal properties of true cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review". BMC Complementary & Alternative Medicine, Vol. 13, No. 275, 2013.
- Roccia, P., Martínez, M. L., Llabot, J. M. y Ribotta, P. D. "Influence of spray-drying operating conditions on sunflower oil powder qualities". Powder Technology, Vol. 1 No.1, 2014.
- Turchiuli, C., Gianfrancesco, A., Palzer, S. y Dumoulin, E. "Evolution of particle properties during spray drying in relation with stickiness and agglomeration control". Powder Technology, Vol. 208, No. 2, 2011.

### Notas Biográficas

La **Ing. Luz del Carmen López Zapata** se graduó del Instituto Tecnológico de Orizaba como Ingeniero Químico en el año 2015, en donde realizó sus residencias profesionales con el proyecto de investigación: elaboración de un refresco con cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando los parámetros de proceso del mosto de cerveza, actualmente se encuentra estudiando la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Orizaba.

La **Dra. Leticia López Zamora** es profesor investigador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Orizaba. La Dra. López tiene Maestría en Ciencias en Ing. Química por el Instituto Tecnológico de Celaya y Doctorado en Ingeniería Química por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Ha dirigido 30 Tesis de Maestría y presentado más de 100 ponencias en congresos nacionales e internacionales.

El **Dr. José Amír González Calderón** es profesor investigador del Instituto Tecnológico de Celaya., estudió la carrera de Ingeniero Químico en el Instituto Tecnológico de Orizaba y la Maestría y el Doctorado en Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Celaya. Dentro de su productividad científica se encuentra la publicación de artículos, participación en congresos nacionales e internacionales y la participación en proyectos de innovación.

# EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITANIO (TiO<sub>2</sub>) A LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y MORFOLÓGICAS DE PELÍCULAS DE QUITOSANO-ALMIDÓN

Dra. Leticia López Zamora<sup>1</sup>, Dr. José Amir González Calderón<sup>2</sup> e Ing. Heber Natanael Martínez Martínez<sup>3</sup>

**Resumen-** El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de algunas propiedades de las películas de quitosano-almidón al incorporarles nanopartículas (NPs) de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) silanizado, para ello se prepararon películas en relación 1:1 de estos polisacáridos con TiO<sub>2</sub>. No solo el color de las películas cambió radicalmente con la incorporación de las NPs, sino que también el espesor y la actividad de agua. Los análisis infrarrojos (IR) demostraron la interacción entre ambos polisacáridos, y las micrografías SEMs revelaron la dispersión efectiva y la aglomeración de las NPs con diferentes silanizaciones, concluyendo así que el incremento de espesor fue debido a la aglomeración en algunas películas, la variación de color debido a la cantidad de NPs y la disminución de la banda de 1150cm<sup>-1</sup> de los enlaces glucosídicos atribuido por el cambio de longitud en la cadena de estos enlaces observado en los análisis infrarrojos.

**Palabras claves-** Quitosano, almidón, nanopartículas, dióxido de titanio

## Introducción

Uno de los temas de gran preocupación en la actualidad es el causado por la cantidad excesiva de productos que se desechan todos los días, especialmente aquellos materiales plásticos sintéticos convencionales derivados del petróleo, esta realidad ha sido el punto de interés a la investigación para desarrollar nuevos materiales de embalaje biodegradables que podrían considerarse materias primas ecológicas. Entre estos materiales, se encuentran los derivados a partir de recursos renovables que participan en el ciclo del carbono, como son los polisacáridos, las proteínas y lípidos y que han recibido más atención ya que combinan criterios ambientales beneficiosos y sostenibilidad (Dias *et al.*, 2010; Xu *et al.*, 2005). Los polisacáridos que se ha prestado más interés son el almidón y el quitosano.

El quitosano ofrece un amplio potencial que puede ser aplicado a la industria alimentaria debido a sus propiedades fisicoquímicas particulares, tales como biodegradabilidad, biocompatibilidad con los tejidos humanos, el no ser tóxico y en especial sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Estos aspectos lo hacen de vital interés para la preservación de alimentos y las tecnologías emergentes (Quintero *et al.*, 2010). Aunque las películas de quitosano son altamente impermeables al oxígeno, tienen relativamente poco vapor de agua. Las propiedades funcionales de las películas de quitosano se mejoran cuando se combina quitosano con otros materiales formadores de película (Xu *et al.*, 2005).

El almidón es un polímero abundante, biodegradable, comestible, renovable y de bajo costo (Bourtoom y Chinnan, 2008). Sin embargo, la amplia aplicación de la película de almidón y su uso como forma nativa ha sido restringido por algunas limitaciones en aplicaciones específicas debido a su solubilidad en agua y fragilidad (Xu *et al.*, 2005; Bourtoom y Chinnan, 2008), por ello, al igual que el quitosano, las películas de almidón se mezclan con diferentes proteínas para disminuir la permeabilidad al vapor de agua y aumentar su resistencia a la tracción (TS) (Xu *et al.*, 2005). El interés en combinar polisacáridos, proteínas y lípidos se debe a las ventajas y desventajas de estos componentes (Dias *et al.*, 2010).

La introducción de partículas nanométricas en una matriz polimérica es una estrategia bastante utilizada para producir materiales híbridos con propiedades específicas. Es así como mediante diferentes nanoestructuras, los polímeros pueden presentar diferentes valores de permeabilidad al vapor de agua/gases, para atender los requisitos de preservación de fármacos, frutas, verduras, bebidas, etc. También pueden ser obtenidos materiales poliméricos con

<sup>1</sup> Leticia López Zamora, Profesor-Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz. [letylopezito@gmail.com](mailto:letylopezito@gmail.com)

<sup>2</sup> José Amir González Calderón, Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato. [amir.gonzalez@iqcelaya.itc.mx](mailto:amir.gonzalez@iqcelaya.itc.mx)

<sup>3</sup> Heber Natanael Martínez Martínez, es Ingeniero Químico y estudiante de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz. [nathan\\_dankers120@hotmail.com](mailto:nathan_dankers120@hotmail.com)

mayor resistencia a la luz, mejores propiedades mecánicas, reológicas, y térmicas (Cabrera *et al.*, 2007; Moncada, 2007). Estas modificaciones en los materiales pueden significar aumentos en el tiempo de almacenamiento del producto, menores pérdidas de las características químicas, físicas, organolépticas, además de facilitar el transporte (Moncada, 2007).

El TiO<sub>2</sub>, ha llamado el interés en muchos ámbitos industriales, pero recientemente en los campos ambiental y médico como un agente antibacterial y antifúngica. Es un semiconductor tipo n sensible a la luz que absorbe radiación electromagnética, principalmente en la región UV; además es un óxido anfótero muy estable químicamente. Por las características mencionadas, es el fotocatalizador más empleado actualmente para degradar moléculas orgánicas durante la purificación del agua, así como también para relleno en matrices poliméricas. Además, se utiliza en pinturas, pigmentos, recubrimiento anticorrosivo y en cristales, sensor de gases, producción de electrodos para electroquímica, celdas solares, absorbente de rayos UV, en productos cosméticos y de manera general en la industria cerámica (Furuzono *et al.*, 2003; Bozzi *et al.*, 2005; Daoud *et al.*, 2005; Galvis *et al.*, 2009; Ochoa *et al.*, 2009; Vargas-Urbano *et al.*, 2011; Sreekumar, *et al.*, 2012; Maimone *et al.*, 2015; Mosquera *et al.*, 2015; Shirakawa *et al.*, 2016), así como también a una amplia variedad de materiales, especialmente para aquellos con una baja resistencia al calor tales como textiles, madera, plásticos, papeles y biomateriales (Daoud *et al.*, 2005; Mihailovic *et al.*, 2010).

### Descripción del Método

Se utilizaron nanopartículas de TiO<sub>2</sub> que previamente tuvieron un proceso de silanización (López-Zamora *et al.*, 2017). Para la solución formadora de películas (SFP), se utilizó el método sol-gel, primeramente, se prepararon 200 mL de solución de ácido láctico (1% v/v), y se añadieron las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> para la incorporación en la solución en una relación de 1%, 0.5% y 0.1% en peso de sólidos totales, posteriormente se adicionaron 6 g de quitosano (3% w/v) y se llevó la agitación a 650 rpm durante 13 h. Se desgasificó por 30 min para retirar las burbujas de la solución. El procedimiento de formación del sol de quitosano se realizó a temperatura ambiente. Para el sol del almidón se utilizó el mismo volumen, pero en este caso fue únicamente agua destilada. La agitación se realizó a 400 rpm y el calentamiento se detuvo una vez alcanzada la gelatinización a 75°C. Se llevó a temperatura ambiente y se incorporó en el sol de quitosano desgasificado (obteniendo una relación 1:1 quitosano: almidón). Se agregó glicerol como agente plastificante (25% en peso de sólidos totales) y continuó la agitación por 2 h más. Finalmente, la SFP se vertió en placas de acrílico y el secado se realizó en un anaquel de placas, primeramente, a convección forzada de 55 °C por 6 h y posteriormente a temperatura ambiente hasta completar las 48 h. También se realizó una película sin NPs para tenerla como control. Se realizaron pruebas de caracterización fisicoquímica como espesor, color y actividad de agua, también análisis por espectroscopia infrarroja, microscopia electrónica de barrido.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Las diferentes NPs empleadas fueron las que se describieron en una previa investigación (López-Zamora *et al.*, 2017). Se obtuvieron diez tipos diferentes de películas con diferentes concentraciones de dióxido de titanio como se muestra en la Cuadro 1, donde C es la película *control* (sin TiO<sub>2</sub>), T la película con TiO<sub>2</sub> sin silanización, mientras que F5 y F7 también son con NPs sin silanizar pero a menor concentración

Muestra de películas	Concentración de NPs % (w/w)	Muestra de NPs
<b>C</b>	0	-
<b>T</b>	1	<b>B</b>
<b>F1</b>	1	<b>M1</b>
<b>F2</b>	1	<b>M2</b>
<b>F3</b>	1	<b>M3</b>
<b>F4</b>	1	<b>M4</b>
<b>F5</b>	0.5	<b>B</b>
<b>F6</b>	0.5	<b>M3</b>
<b>F7</b>	0.1	<b>B</b>
<b>F8</b>	0.1	<b>M3</b>

Cuadro 1. Nomenclatura de las películas y sus respectivas concentraciones de NPs



### Color

Los resultados obtenidos de las mediciones fueron expresados acordando con el sistema de color CIE  $L^* a^* b^*$  (Bourtoom y Chinnan, 2008, Silva-Pereira *et al.*, 2015)) y las escalas correspondientes para los parámetros L (entre 100 (blanco) a 0 (negro)), para  $a^*$  y  $b^*$   $+a$ (rojo) a  $-a$ (verde),  $+b$ (amarillo) a  $-b$ (azul) respectivamente. (Silva-Pereira *et al.*, 2015).

Los valores de luminosidad ( $L^*$ ) de las muestras con nanopartículas a 1% en concentración arrojaron como resultado que la película con mayor luminosidad (más blanca) fue la correspondiente a F1 y de manera muy cerca la película con  $\text{TiO}_2$  sin modificación. La muestra analizada de F4 fue la que menor luminosidad presentó. La película compuesta únicamente por los biopolímeros era de esperarse que tuviera el valor más bajo de luminosidad, y esto se puede apreciar de manera visual en las muestras. Para el parámetro  $a^*$ , la película de F1 fue la más verde respecto a las demás. Respecto al parámetro  $b^*$ , las muestras mostraron un comportamiento hacia el color amarillo, siendo la película de F1 fue la más amarilla mientras que F2 fue la muestra menos amarilla, incluso menor que la película control, mientras que para cromaticidad "C" la muestra con mayor colorido fue F1 y F3 fue la que presentó la menor saturación de color.

### Espesor

La medición del espesor de las películas mostró que las muestra con mayores espesores fueron **F4** y **T**. Cabe mencionar que el comportamiento de dispersión de las NPs de ambas películas fue similar, ya que ambas tendieron a aglomerarse y por consiguiente el aumento de espesores en estas. Las películas con  $\text{TiO}_2$  modificado como F1, F2 y F3 demostraron un espesor similar al control C.

### Actividad de agua ( $a_w$ )

Para la actividad de agua de las películas, F4 tuvo una tendencia mayor que las demás, y que mientras la concentración de las NPs disminuye,  $a_w$  es similar al comportamiento de la película polimérica sin NPs.

### Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier

Para comparar el cambio de los grupos orgánicos en la película de quitosano-almidón también se realizó la lectura de sus materiales de formación, el quitosano y almidón (CH y ST por sus siglas en inglés respectivamente). En la Figura 1a se presentan los espectros correspondientes a los materiales mencionados y su comparación con el espectro de la película quitosano-almidón.

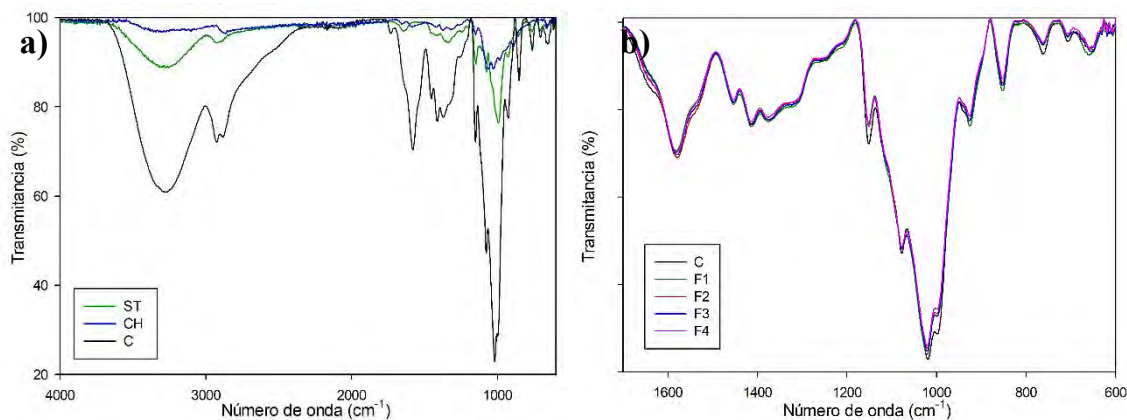


Figura 1 Infrarrojos de a) película control y los materiales de formación y b) películas con NPs

Tanto los materiales de formación como la película de la mezcla de estos, presentaron la banda de 3680 a 2999  $\text{cm}^{-1}$  característica del enlace O-H atribuida por el agua absorbida (Bourtoom y Chinnan, 2008, Silva-Pereira *et al.*, 2015). En 2920  $\text{cm}^{-1}$  de espectro del almidón se encuentra la flexión del enlace C-H (Bourtoom y Chinnan, 2008, Silva-Pereira *et al.*, 2015), por otra parte, en 2878  $\text{cm}^{-1}$  del IR del quitosano se aprecia el pico de C-H correspondiente al grupo  $-\text{NHCOCH}_3$  (Silva-Pereira *et al.*, 2015), mientras que ambos picos están presentes en la curva de la película polimérica indicando la interacción entre ambos materiales de formación. En 1151  $\text{cm}^{-1}$  existe un pico que se asignó al enlace glucosídico (C-O-C) y con mayor intensidad en la película. En 1580  $\text{cm}^{-1}$  está presente la vibración de tijereo

de la amina primaria N-H (Silverstein *et al.* (2005)). Las vibraciones C-O se presentan en 1075 y 1020  $\text{cm}^{-1}$ , mientras que para el enlace C-N de amina primaria se localiza en 1250  $\text{cm}^{-1}$  (Silverstein *et al.*, 2005).

En 1380  $\text{cm}^{-1}$  existe un pico atribuido a la tensión C-O de un grupo de alcohol primario (Silva-Pereira *et al.*, 2015). En 1655  $\text{cm}^{-1}$  se aprecia de manera débil las bandas ocasionadas por un vínculo C=O. En la Figura 1b se muestran los espectros de las películas con  $\text{TiO}_2$ , en ella se aprecia un cambio en la intensidad de la banda de 1150  $\text{cm}^{-1}$  de los enlaces glucosídicos, donde Silva-Pereira *et al.*, (2015) atribuyeron esta disminución a un cambio en la longitud de la cadena de estos enlaces.

#### *Microscopia electrónica de barrido*

En la Figura 2a se presenta la micrografía por microscopio electrónico de barrido realizada a la película control, se aprecia una superficie suave, sin rugosidades y de manera homogénea, las líneas en la superficie fueron ocasionadas a causa de las ralladuras en las placas de acrílico donde fueron vertidas las películas para el secado. Mientras que para las Figuras 2b, c, y d, corresponden a las películas con 1% en peso de dióxido de titanio de las muestras de T, M3 y M4, en ellas se observan los polvos de  $\text{TiO}_2$  como puntos luminosos (también observados por Lian *et al.*, 2015) cabe resaltar la diferencia que existe en estas muestras, de manera visible se logra distinguir los aglomerados que en b existen, mientras que en c, disminuyó considerablemente dicha aglomeración, esto debido al proceso de silanización que mejoró la dispersión de las partículas de dióxido de titanio, por último en la Figura 2d la tendencia de las NPs es similar a las no funcionalizadas, este comportamiento se atribuyó a la menor existencia del agente de acoplamiento en el  $\text{TiO}_2$  lo que ocasionó la atracción entre ellas formando los cúmulos observables en la micrografía. Además de estas notables observaciones, se aprecian “manchas” en la superficie de las películas con NPs a causa de falta de homogeneidad del almidón y el quitosano ocasionada por la introducción de los polvos de  $\text{TiO}_2$ .

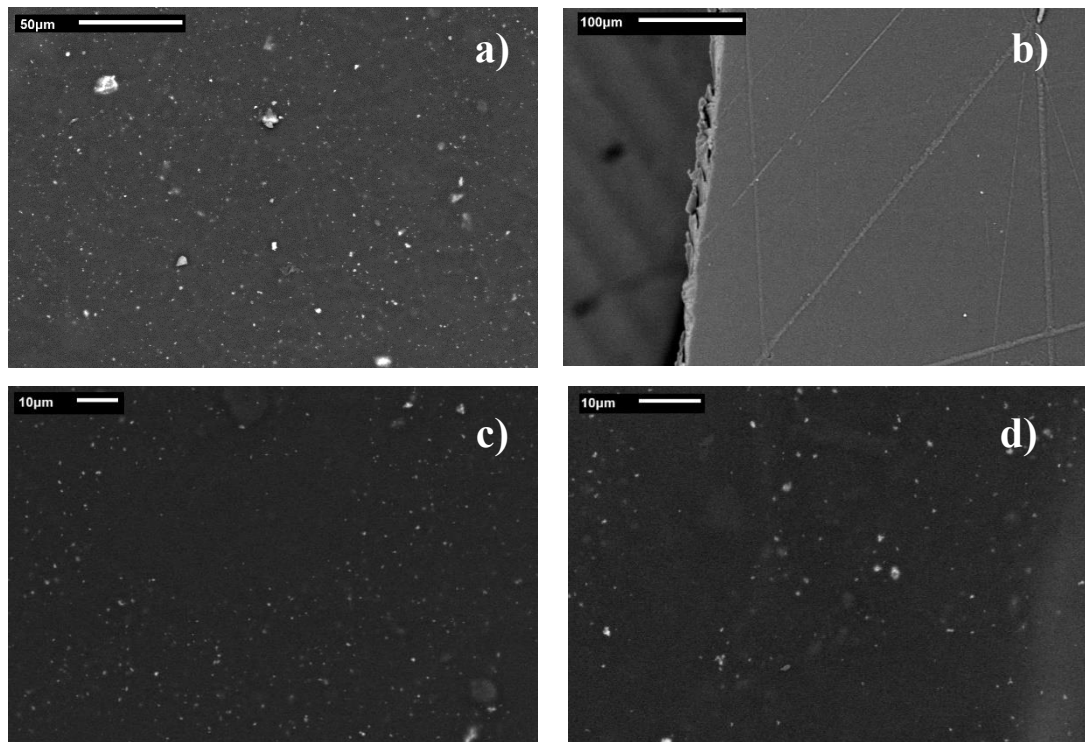


Figura 2. Micrografías SEM de películas a) Control (C) y con NPs b) T, c) M3 y d) M4

#### *Conclusiones*

Los estudios de caracterización realizados a las películas demostraron que las nanopartículas de dióxido de titanio modifican las propiedades de las películas de quitosano-almidón, ya que el  $\text{TiO}_2$  es utilizado como pigmento blanco, otorgando un aumento de luminosidad y saturación de color, pero también presenta un problema de atracción entre partículas debido a su inestabilidad coloidal, lo cual impactó en el espesor de F4 y T, sin embargo, las otras películas resultaron con espesor menor por las rutas de silanización realizadas en una previa investigación, este comportamiento

también es visible en las micrografías, ya que el método sol-gel es a base agua y la dispersión efectiva de NPs en F3 es mejor por el recubrimiento orgánico en las superficies de estas, ocasionando una repulsión entre ellas, otorgándoles un mayor tiempo de suspensión y menor aglomeración. Los análisis de espectros infrarrojos evidenciaron la interacción entre los componentes de ambos polisacáridos mediante la intensificación de bandas, aparición de nuevas y cambios de números de onda de picos, mientras que la adición de los polvos de TiO<sub>2</sub> solo modifico de manera muy pequeña posiblemente a un cambio en la longitud de la cadena de enlaces glucosídicos, fuera de ello, no hubo alteraciones significativas en la composición elemental de las películas.

### Referencias

- Bourtoom, T. y M. S. Chinnan. "Preparation and properties of rice starch-chitosan blend biodegradable film". *LWT-Food Science and Technology*, Vol. 41, 2008.
- Bozzi, A., T. Yuranoza, I. Guasaquillo, D. Laub, y J. Kiwi. "Self-cleaning of modified cotton textiles by TiO<sub>2</sub> at low temperatures under daylight irradiation," *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, Vol. 174, 2005.
- Cabrera, J., C. Paredes, E. Urday, y J. Santiago. "Preparación y caracterización de películas de alcohol polivinílico conteniendo nanopartículas de TiO<sub>2</sub>," *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Vol. 8, No. 4, 2007.
- Daoud, W. A., J. H. Xin y Y. Zhang. "Surface functionalization of cellulose fibers with titanium dioxide nanoparticles and their combined bactericidal activities," *Surface Science*, Vol. 599, 2005.
- Dias, A. B., C. M. O. Müller, F. D. S. Larotonda y J. B. Laurindo. "Biodegradable films based on rice starch and rice flour," *Journal of Cereal Science*, Vol. 51, 2010.
- Furuzono, T., M. Iwasaki, S. Yasuda, A. Korematsu, T. Yoshioka, S. Ito y A. Kishida. "Photoreactivity and cell adhesiveness of amino-group-modified titanium dioxide nano-particles on silicone substrate coated by covalent linkage," *Journal of materials science letters*, Vol. 22, 2003.
- Galvis, J. A., H. Ramírez, J. Montes, L.C. Sánchez, J. Beltrán, C. A. Barrero, A. L. Morales, J. F. Gómez, L. Tirado-Mejía y J. Osorio. "Crecimiento y caracterización de películas delgadas de TiO<sub>2</sub> y Ti<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>O<sub>2</sub>," *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, Vol. S1, No 3, 2009.
- Lian, Z., Y. Zhang y Y. Zhao. "Nano-TiO<sub>2</sub> particles and high hydrostatic pressure treatment for improving functionality of polyvinyl alcohol and chitosan composite films and nano- TiO<sub>2</sub> migration from film matrix in food simulants," *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Vol. 33, 2016.
- López-Zamora, L., J. A. González-Calderón y H. N. Martínez-Martínez. "Modificación Química de Nanopartículas (NPs) de Dióxido de Titanio (TiO<sub>2</sub>) Para Mejorar su Interacción en Sistemas Acuáticos," 2017.
- Maimone, A., S. Camero y S. Blanco. "Caracterización del óxido de titanio obtenido mediante tratamiento térmico y anodizado electroquímico," *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, Vol. 30, No. 1, 2015.
- Mihailovic, D., Z. Saponjic, M. Radoicic, T. Radetic, P. Jovancic, J. Nedeljko y M. Radetic. "Functionalization of polyester fabrics with alginates and TiO<sub>2</sub> nanoparticles," *Carbohydrate Polymers*, Vol. 79, 2010.
- Moncada, E. "Nanotecnología, aplicaciones en embalajes para alimentos y productos farmacéuticos," *VITAE, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, Vol. 14, No. 2, 2007.
- Mosquera, E., N. Rosas, A. Debut y V. H. Guerrero. "Síntesis y Caracterización de Nanopartículas de Dióxido de Titanio Obtenidas por el método Sol-Gel," *Revista Politécnica*, Vol. 36, 2015.
- Ochoa, Y., Y. Ortegón y J. E. Rodríguez-Páez. "Síntesis de TiO<sub>2</sub>, fase anatasa, por el método sol-gel: estudio de la presencia de AcAcH en el sistema," *Grupo de Ciencia y Tecnología de Materiales Cerámicos*, Vol. 52, 2009.
- Quintero, C. J., V. Falquera, y H. A. Muñoz. "Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola," *Revista Tumbaga*, Vol. 5, 2010.
- Sharikawa, M. A., V. M. John, A. Mocelin, R. Zilles, S. H. Toma, K. Araki, H. E. Toma, A. C. Thomaz, y C. C. Gaylarde. "Effect of silver nanoparticle and TiO<sub>2</sub> coatings on biofilm formation on four types of modern glass," *International Biodeterioration and Biodegradation*, Vol. 108, 2016.
- Silva-Pereira, M. C., J. A. Teixeira, V. A. Pereira-Júnior y R. Stefani. "Chitosan/corn starch blend films with extract from *Brassica oleraceae* (red cabbage) as a visual indicator of fish deterioration," *Food Science and Technology*, Vol. 61, 2015.
- Silverstein, R. M., F. X. Webster y D. J. Kiemle. "Spectrometric Identification of organic compounds," *John Wiley & Sons, Inc. United States of America*, 2005.
- Sreekumar, P., M. A. Al-Harthy y S. K. De. "Reinforcement of starch/polyvinyl alcohol blend using nano-titanium oxide," *Journals of Composite Materials*, Vol. 46, No. 25, 2012.

Vargas-Urbano M. A., Y. H. Ochoa-Muñoz, Y. Ortegón-Fernández, P. Mosquera, J. E. Rodríguez-Páez y R. J. Camargo-Amado. "Nanopartículas de TiO<sub>2</sub>, fase anatasa, sintetizada por métodos químicos," *Ingeniería y Desarrollo*, Vol. 29, No. 2, 2011.

Xu, Y. X., K. M. Kim, M. A. Hanna y D. Nag. "Chitosan-starch composite film: preparation and characterization," *Industrial Crops and Products*, Vol. 21, 2005.

### Notas Biográficas

El **Ing. Heber Natanael Martínez Martínez** se graduó del Instituto Tecnológico de Minatitlán como Ingeniero Químico en el año 2013, en donde realizó su memoria de residencias profesionales "Evaluación y mejoramiento de los parámetros de la caldera CB-03 de la Terminal Refrigerada Pajaritos", así como también desempeñado su vida profesional en la industria petroquímica, actualmente se encuentra estudiando la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Orizaba.

La **Dra. Leticia López** es profesor investigador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Orizaba. La Dra. López tiene Maestría en Ciencias en Ing. Química por el Instituto Tecnológico de Celaya y Doctorado en Ingeniería Química por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Ha dirigido 30 Tesis de Maestría y presentado más de 100 ponencias en congresos nacionales e internacionales.

El **Dr. José Amír González Calderón** es profesor investigador del Instituto Tecnológico de Celaya., estudió la carrera de Ingeniero Químico en el Instituto Tecnológico de Orizaba y la Maestría y el Doctorado en Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Celaya. Dentro de su productividad científica se encuentra la publicación de artículos, participación en congresos nacionales e internacionales y la participación en proyectos de innovación.

# Taller didáctico para ejemplificar la transición de un sistema de producción tradicional a un sistema Justo a Tiempo controlado por tarjetas kanban

Ing. Jesús Loyo Quijada<sup>1</sup>, Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado<sup>2</sup>, Mtra. Mariana Hernández González<sup>3</sup> y Dr. Miguel Ángel López Ontiveros<sup>4</sup>

**Resumen**— Una de las herramientas más conocidas dentro del entorno industrial para el desarrollo de la mejora continua es el sistema kanban, sin embargo el proceso de transición de un sistema tradicional (sistema empujar) a un sistema de producción Justo a Tiempo (sistema jalar) controlado por tarjetas kanban, suele ser complicado de comprender y difícil de ejecutar en la práctica. El objetivo de este trabajo es presentar cómo la realización de un taller didáctico contribuye a comprender este proceso de transición mediante la experiencia vivencial de los involucrados, su participación en roles de un proceso productivo y control de indicadores del proceso en una línea de ensamble. Con la aplicación de este taller se ha logrado que los involucrados comprendan las ventajas de un sistema kanban y sobre todo que perciban los retos reales que ocurren en una línea de ensamble al simular problemas como falla de equipos y adaptación al cambio.

**Palabras clave**—Sistema empujar-jalar, tarjetas kanban, taller didáctico

## Introducción

La implementación de herramientas y métodos de mejora continua permite fabricar sin generar exceso de inventarios y eliminar desperdicios, lo cual representa un alto valor agregado dentro de la ventaja competitiva de cualquier empresa, es decir, producir lo necesario en el momento y cantidades necesarias, Kumar y Panneerselvam (2007). Una de las principales herramientas que garantiza un mínimo nivel de inventario y un flujo constante del proceso productivo es un sistema controlado por tarjetas, conocido como sistema kanban. Sin embargo, el proceso de transición de un sistema tradicional de producción determinado por órdenes de producción, conocido como sistema MRP (planeación de requerimientos de materiales), a un sistema kanban suele ser en la mayoría de los casos complicado de implementar con éxito.

La complejidad en su implementación se debe principalmente al cambio metodológico que hay que realizar para pasar de un proceso a otro como cambios en los niveles de inventarios, gestión en el manejo de las órdenes de producción, así como los nuevos flujos de materiales y comunicación que hay que establecer para el correcto funcionamiento de este sistema.

Desde el punto de vista académico se han realizado diferentes esfuerzos para desarrollar nuevas iniciativas y herramientas de aprendizaje en temas de mejora continua para que los estudiantes aprendan a resolver problemas profesionales, a analizar críticamente la realidad productiva y transformarla, Ramírez y Rodríguez (2010). Ejemplo de este esfuerzo está el Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO) quien ha investigado y desarrollado técnicas constructivistas de transmisión de conocimiento, logrando una innovadora revolución de las metodologías de la enseñanza de Ingeniería Industrial, Aguirra, Cardona, Cuéllar, et al (2013). Letelier (2015), por otro lado, presenta el diseño de una actividad didáctica que recrea una línea de producción y para cuya visualización se utiliza un sistema kanban, en esta actividad se enseña el uso e interpretación de un tablero kanban y otros elementos asociados a niveles de inventarios, donde el eje principal es la experimentación de una situación lo más cercana posible al trabajo real. Así mismo, Rodríguez (2016) diseñó un juego didáctico para aprendizaje lean en el que se estudia el flujo productivo de un proceso y se evidencian las ventajas de producir usando un sistema pull frente a la fabricación tradicional usando grandes lotes.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un taller en el que se plantea la transición de un sistema tradicional (MRP) a un sistema de producción controlado por tarjetas (sistema kanban) que de manera lúdica y didáctica se ejemplifica las situaciones que se pueden presentar en un caso real como fallas en equipo, manejo de inventario, proceso de adaptación al cambio, entre otros aspectos. El desarrollo del taller permite involucrar al estudiante en

<sup>1</sup> El Ing. Jesús Loyo Quijada es profesor investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, de la Ciudad de México, Unidad Azcapotzalco [lqj@correo.azc.uam.mx](mailto:lqj@correo.azc.uam.mx)

<sup>2</sup> La Dra. Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado es profesora investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana, de la Ciudad de México, Unidad Azcapotzalco [lwra@correo.azc.uam.mx](mailto:lwra@correo.azc.uam.mx) (**autor correspondiente**)

<sup>3</sup> La Mtra. Mariana Hernández González es profesora investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana, de la Ciudad de México, Unidad Azcapotzalco [mahego00@gmail.com](mailto:mahego00@gmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Miguel Ángel López Ontiveros es coordinador de la Licenciatura de ingeniería industrial de la Universidad Autónoma Metropolitana, de la Ciudad de México, Unidad Azcapotzalco [mlopez@correo.azc.uam.mx](mailto:mlopez@correo.azc.uam.mx)

actividades que simulan el entorno profesional, permitiéndoles tener un primer acercamiento mediante este tipo de experiencias vivenciales.

### Descripción del Método

El taller de kanban y manejo de inventarios es una actividad planeada y diseñada para simular una empresa de ensamble de reductores en donde se mueven las condiciones de trabajo a través de situaciones que van surgiendo inesperadamente, lo que permite obtener un sin fin de resultados. El desarrollo y simulación del taller se lleva a cabo con la participación de alumnos de ingeniería industrial, quienes cuentan con conocimientos previos de mejora continua y administración de la producción. Cada participante es un operador de una determinada estación de trabajo y debe cumplir dos funciones primordiales. La primera es que es el encargado de determinar sus niveles de inventario y planear su producción. La segunda función es la de ejecutar lo planeado y llevar un registro de cada simulación. El control de la producción de las unidades a producir y la entrega final al cliente se realiza primeramente con un sistema MRP y finalmente se hace la transición a un sistema kanban. Al terminar las simulaciones y comparar los resultados los participantes llegan a comprender las ventajas y desventajas de ambos métodos y el manejo de inventarios.

#### Proceso de ensamble del reductor

En la Figura 1 se presenta el proceso de ensamble del reductor constituido por tres componentes en el cual intervienen 7 estaciones de trabajo (5 puestos de fabricación, 1 departamento de ventas y un área de materia prima). Cada componente se fabrica a partir de materia prima tomada en el stock de las estaciones de Engrane, Cártter y Corona (A y B), las cuales son abastecidas por la estación de materia prima. Posteriormente se reúnen los componentes semi procesados en la estación Montaje para realizar el ensamble del producto final. Todas las estaciones actúan de manera independiente, incluso trabajan en forma paralela a excepción de la estaciones de Corona A y B, las cuales trabajan en serie. Por otra parte existe la venta de piezas semi-acabadas, que se destinan al recambio, esta venta concierne exclusivamente al componente Corona A.

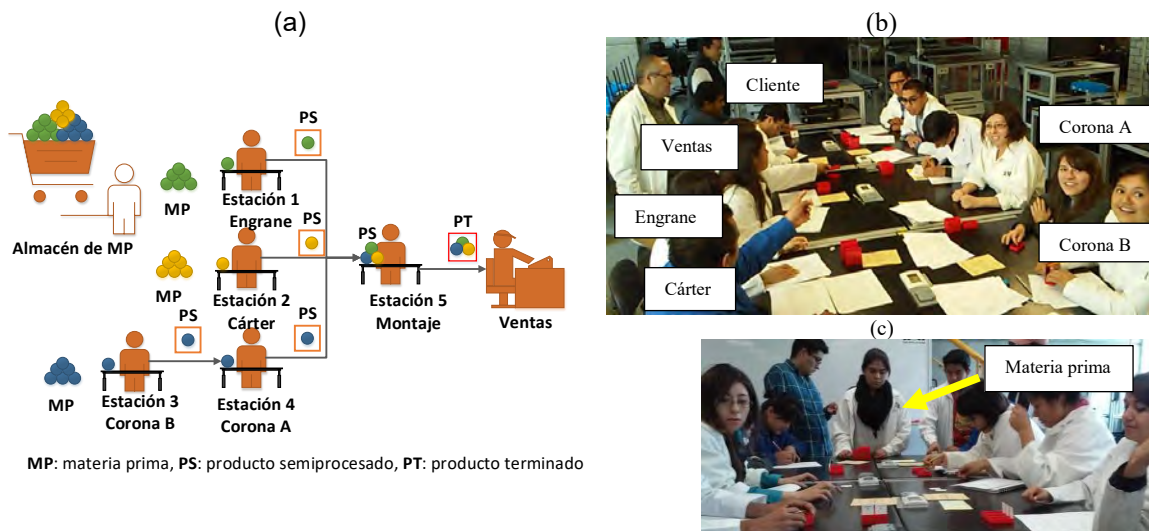


Figura 1. (a) proceso de ensamble del reductor y (b y c) alumnos en la línea de producción

En total se fabrican seis tipos de reductores, su variabilidad depende de las características de cada componente diferenciada en este caso por los colores amarillo, rojo, azul, blanco y verde. En cada cambio de serie se ha tomado en cuenta los respectivos tiempos de preparación y la capacidad de producción de cada estación. El desarrollo del taller kanban y manejo de inventarios se ha establecido en dos fases, en el cual se simula el proceso de ensamble del reductor para una jornada laboral de 8 horas diarias durante 5 días.

#### Fase A: Simulación con sistema MRP

En esta primera etapa se simula el proceso de ensamble a partir de un sistema MRP. Los integrantes se organizan en estaciones de trabajo que deben garantizar el cumplimiento del MRP para cubrir el requerimiento del cliente a partir de un pronóstico, para esto toman en cuenta las siguientes consideraciones: tiempo de producción, tiempo de cambio de serie y eventualidades del proceso. El objetivo principal de esta fase es que el sistema MRP debe cumplir el pronóstico del cliente de acuerdo a su requerimiento diario al mismo tiempo que debe responder ante ciertas eventualidades que se pueden presentar durante la jornada laboral.



A partir de este valor se calcula el factor de seguridad para cada estación de trabajo, tomando de referencia las piezas por hora que se deben producir en la jornada laboral de acuerdo a la demanda establecida por el cliente.

*Cálculo de tarjetas kanban*

Para realizar el cálculo de las tarjetas kanban cada estación de trabajo agrupó la demanda de cada componente de cada tipo de reductor por códigos de colores, ya que en cada contenedor se dispuso la cantidad necesaria de los componentes de acuerdo al tipo de reductor a producir; a excepción de la estación Montaje, que en su caso los contenedores están relacionados al tipo de reductor a entregar a ventas. Bajo estas consideraciones y utilizando la Ec. 2, se realizó el cálculo del número de tarjetas kanban por estación.

$$Tarjetas\ kanban = \frac{Demanda * tiempo\ de\ reposición * (1 + Factor\ de\ seguridad)}{Capacidad\ del\ contenedor} \quad Ec. 2$$

El número de tarjetas kanban real (una vez redondeado el valor teórico) por estación corresponde a 2 tarjetas por contenedor por cada tipo de código de color. Esto significa que cada estación de trabajo tendrá dos contenedores por cada código de color, cada uno de 100 unidades.

**Niveles de inventario inicial, sistema MRP y sistema Kanban**

Los nuevos niveles de inventario determinados por el sistema MRP y el sistema kanban, así como el % de reducción por estación de trabajo en comparación con ambos sistemas, se presentan en la Figura 3.

Estación	Inventario inicial (uds)				Reducción de los niveles de inventario	
	MRP		kanban		MP	SP
Montaje	800		0	1200	↓100%	↑ alta cantidad
Cárter	100	400	200	200	↓100%	↓ 33%
Engrane	100	100	100	200	↓100%	↑-100%
Corona B		200	200	200	0%	0%
Corona A		1200	0	200	0%	↓ 83%

Las reducciones del 100% se deben a que no es necesario contar con material inicial para iniciar la producción dado que, el tiempo de reposición de la misma es inmediato

El incremento de 200 a 400 unidades, se compensa con el hecho de que en esta estación ya no hay inventario de materia prima

Figura 3. Reducción del nivel de inventario en ambas simulaciones.

**Eventualidades presentes durante la simulación y mejoras establecidas**

Durante la simulación se recrean situaciones reales de problemas que pueden ocurrir durante la jornada laboral, esto se realiza de manera aleatoria en cada una de las estaciones. En el caso de la fase A la única línea afectada fue la estación engrane con dos incidencias: paro de máquina durante 5 horas y supervisión de un error de fabricación durante 2 horas. Esta situación afecta directamente el tiempo operativo de esta estación y por ende su porcentaje de disponibilidad, el cálculo de este indicador se muestra a continuación.

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ disponible} = \frac{22\ horas - 7\ horas}{22\ horas} = 68\% \quad Ec.3$$

Donde el tiempo operativo es igual al tiempo disponible menos el tiempo de averías, para este caso las averías en la estación engrane suman un total de 7 horas durante la jornada laboral de los 5 días. En el caso de la fase B una vez que cada estación de trabajo determinó el número de tarjetas a utilizar, es necesario implementar mejoras tomando en consideración las eventualidades de la simulación Fase A y a partir de esto plantearon las siguientes mejoras:

**Eventualidades. Tarjetas comodín**

Para contrarrestar las eventualidades se cuenta con dos tipos de tarjetas: carta de protección y carta de prevención, las cuales pueden usar en el momento en que se presente una incidencia.

**Reducción del tiempo de cambio**

Para reducir el tiempo de cambio en cada estación se siguió el principio establecido por la metodología SMED (cambio rápido de herramienta), la cual sugiere que el tiempo de cambio sea menos de 10 minutos.

En esta segunda fase los tiempos de paradas programadas disminuyen significativamente, permitiendo que la línea cuente con más flexibilidad en los cambios de series. En promedio si el cliente solicitara un reductor diferente cada



hora (R1-R2-R3-R4-R5-R6), el tiempo disponible para la estación corona B, la cual es una de las estaciones con más cambios de serie, sería de 7 horas al día, considerando una hora para todos los cambios de serie.

**Cumplimiento de las órdenes de producción en el sistema MRP y sistema kanban**

En la Figura 4 se presenta el comportamiento de entrega del producto terminado (PT) por parte del departamento de ventas y el requerimiento solicitado por el cliente, tanto para el sistema MRP como para el sistema Kanban.

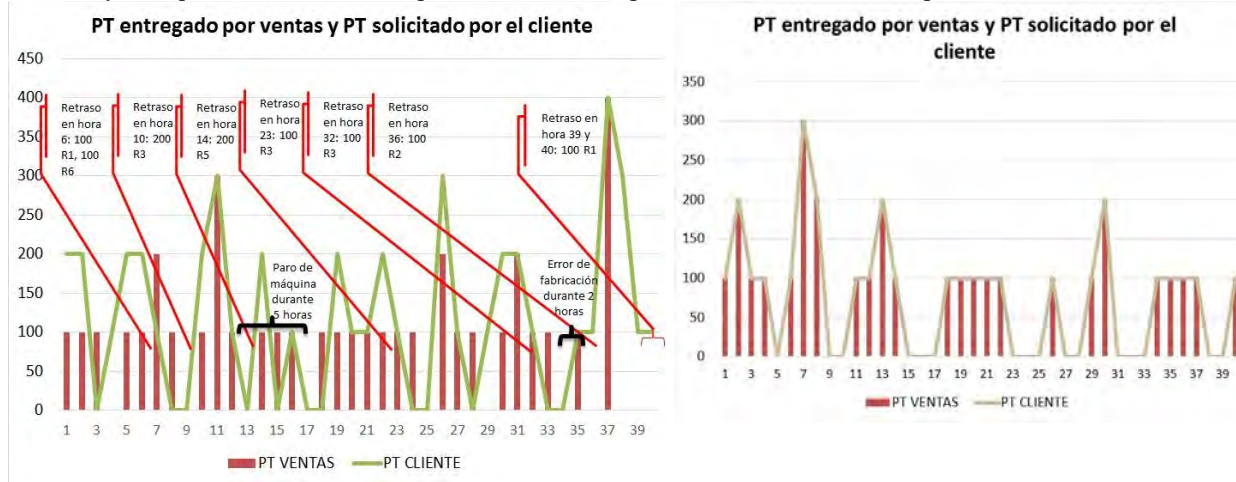


Figura 4. (a) PT entregado por el departamento de ventas y el PT solicitado por el cliente, sistema MRP (b) PT entregado por el departamento de ventas y el PT solicitado por el cliente, sistema kanban

En la Figura 4 (a) se observa que el tiempo de entrega del producto terminado es diferente en relación al requerimiento solicitado por el cliente, esto ocasiona que las órdenes de producción no se completen a tiempo (hay 7 retrasos en las entregas) o que se produzcan unidades sin haber un requerimiento del cliente. En la Figura 4 (b) se muestra un escenario totalmente diferente, ya que las órdenes de producción están controladas por las tarjetas Kanban y estas son “jaladas” a lo largo de la línea de ensamble por el ritmo del cliente, así el comportamiento de entrega del producto terminado corresponde al ritmo del cliente, evitando acumulaciones de inventario y retrasos.

**Niveles de inventario final sistema MRP y sistema Kanban**

Los niveles de inventario final obtenidos una vez concluidas ambas simulaciones, sistema MRP y sistema kanban, así como la reducción de los niveles de inventario se presentan en la Figura 4.

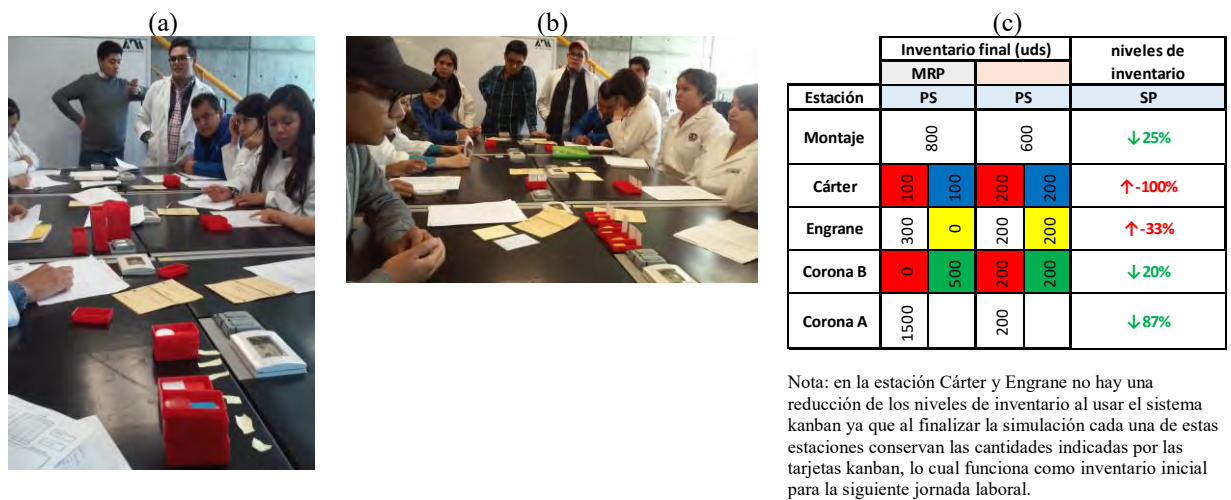


Figura 5. (a) Sistema MRP, (b) Sistema kanban y (c) reducción del nivel de inventario en ambas simulaciones.

**Trabajo en equipo, aceptación al cambio** Las conclusiones de los estudiantes respecto al trabajo en equipo y la aceptación al cambio se resumen a continuación como resultado de la aplicación de un cuestionario.

*Gestión de soluciones constructivas.*

La actividad pone en evidencia que siempre existe una oportunidad de mejora en los procesos y permitió identificar los puntos críticos del proceso. Así mismo ayudó a establecer el manejo y eficiencia de los niveles de inventarios, así como el tiempo de ciclo de una línea de producción. Por otro lado es necesario contar con los conocimientos básicos.

*Comunicación efectiva.*

Es clave para el mejoramiento del proceso, ya que sin ella la planeación no se logra llevar a cabo correctamente, esto se hizo evidente al realizar la segunda simulación, donde en ronda de comentarios se analizaron las incidencias y se acordó el flujo de información y material entre las estaciones de fabricación y materia prima

*Adaptación a las condiciones cambiantes del entorno.*

Para algunos de los integrantes el proceso de transición requiere más capacitación y pruebas piloto. Sin embargo, al transcurrir el tiempo el proceso de adaptación fue sencillo debido a que la complejidad del funcionamiento de las tarjetas kanban fue aminorado por la comunicación entre los integrantes y las ayudas visuales de las tarjetas. Los integrantes concluyeron que es necesario que todos los involucrados tengan claro el objetivo como empresa y para este caso consideraron que el principal objetivo es cumplir el requerimiento del cliente a un mínimo costo.

*Necesidades para diseñar, implementar y controlar un sistema de abastecimiento “kanban”.*

Fue necesario capacitar a los integrantes, conocer el comportamiento de la demanda del cliente y los niveles de inventario de seguridad. Por otro lado, es necesaria la aplicación de algunas herramientas de manufactura esbelta (5’s, ayudas visuales, SMED) para que el sistema funcione adecuadamente y se cumplan los requerimientos del cliente.

Al finalizar ambas simulaciones, los integrantes se reunieron para discutir y establecer las ventajas y desventajas que ofrece cada método tal y como se muestra en Tabla 1

	MRP	Kanban
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Fácil de aplicar</li> <li>*Método no costoso</li> <li>*Da buenos resultados para pronósticos exactos</li> <li>*Es un programa autónomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cero inventarios</li> <li>* Tiempo de entrega inmediato</li> <li>* Permite flexibilidad en la producción</li> <li>* Fácil adaptación a los procesos</li> </ul>
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Si el programa no se adapta a los requerimientos de la demanda, esto ocasiona que se generen inventarios y retrasos en las entregas</li> <li>*No es un programa flexible ante cambios de requerimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Es necesario contar con técnicas de mejora continua implementadas</li> <li>* Su implementación requiere inversión</li> <li>* Requiere trabajo en equipo</li> <li>* La línea de producción debe estar balanceada</li> <li>* Necesita un buen flujo de información y material</li> </ul>

Tabla 1. Ventajas y desventajas del sistema MRP y Kanban establecidas por los integrantes

**Conclusiones**

El uso eficiente de los recursos físicos e intangibles que emplea una organización es una tendencia que va en incremento como resultado de la creciente competencia en prácticamente todos los sectores, ante lo cual aquellas herramientas que permitan hacer más eficientes los sistemas productivos, eliminando todo aquello que no le agrega valor al producto adquieren un atractivo mayor y hacen imprescindible que los futuros profesionistas dominen su implementación, sin embargo su enseñanza bajo un modelo teórico tradicional resulta insuficiente puesto que no refleja las complicaciones que se suelen presentar en un caso real.

El taller permite crear entre los participantes un intercambio de ideas respecto a todas las interferencias técnicas y humanas que afectan el proceso en una línea de ensamble. Así mismo ayuda a la comprensión de los mecanismos claves en la gestión de la producción a partir del contraste entre el método usual MRP, y el sistema kanban. De manera lúdica, en cada simulación se permite apreciar las ventajas y los inconvenientes de dos métodos diferentes de planificación de la producción. Si bien los beneficios que trae consigo la manufactura esbelta han sido ampliamente documentados, su implementación presenta varios retos técnicos y culturales que difícilmente se visualizan cuando no se ha experimentado el proceso de transición; aunque en este caso se trata de una simulación, se ha logrado mostrar que para lograr la efectividad en la implementación de un método, es necesario contar con una adecuada metodología acompañada de comunicación efectiva, trabajo en equipo y capacitación del nuevo método.

**Referencias**

Aguirre, A; Cardona, G; Cuéllas, J; Jaramillo, C; Osorio, A; Vargas, L. “Enseñando Dinámica de sistemas y cadena de suministro a partir del Beer Game”. *World Engineering Education Forum*. Cartagena Colombia, del 24 al 27 de septiembre 2013.

- Kumar, C; Panneerselvam, R. "Literature review of JIT-KANBAN system". *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2007, vol. 32 (3-4), pp. 393-408.
- Letelier, P. "Una actividad para enseñar el uso de tableros kanban y diagramas de flujo acumulado". *XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática*. Andorra La Vella, del 8 al 10 de julio 2015. 3.
- Ramírez, S.; Rodríguez, C. "Juegos Y Ejercicios Prácticos Como Apoyo A Los Cursos Interactivos Para El Área De Administración De Operaciones Y Logística En Ingeniería". *8th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*. Arequipa, Perú. 2010.
- Rodríguez, G. "Desarrollo de un juego didáctico para aprendizaje de herramientas lean. Universidad de Valladolid. Trabajo de maestría para optar al título de Máster en Logística. Escuela de Ingenierías Industriales. 2016.

# PUEBLOS ORIGINARIOS E INCLUSION POLÍTICA EN MEXICO

Dr. Justino Lozano Alvarado<sup>1</sup> Dr. Dante López Román<sup>2</sup> Dr. Victor Charco Cruz<sup>3</sup> Dr. Federico Sandoval Hernández<sup>4</sup>

**Resumen.** En el presente trabajo se analiza como la democracia representativa en una sociedad plural y diversa como la mexicana da cabida a los pueblos originarios. Se trata de conocer cómo el régimen democrático considera la integración de estos pueblos en el espacio legal y político. Se tratan como marco conceptual el liberalismo democrático y el multiculturalismo, que ofrecen caminos teóricos, para integrar la diversidad cultural al estado nación y la democracia. El estado de Guerrero, es desde esta perspectiva, donde visualizamos el problema de integración política de los pueblos originarios.

**Palabras clave:** diversidad cultural, pueblos originarios, inclusión política, ciudadanía cultural.

## INTRODUCCIÓN

La integración en un plano mas general y la inclusión política de los diferentes culturalmente, en este caso de los indígenas de una sociedad plural como la nuestra, presenta desafíos a la democracia para mejorar su calidad, la diversidad es el desafío que una sociedad heterogénea como la mexicana le plantea, mientras que la inclusión podría ser la respuesta del sistema político a dicho desafío.

Para ello se tratan como marco conceptual dos vías de la integración para la diversidad cultural, el liberalismo democrático y el multiculturalismo, que ofrecen caminos teóricos, dos concepciones para integrar a la diversidad cultural al estado nación y la democracia; el liberalismo que desde el interior de esa tradición plantea la construcción plural del estado nación democrático, que básicamente ve las diferencias desde el interior de una misma cultura y no concibe la diferencias y pluralismo entre culturas -como lo ven los multiculturalistas en condiciones de igualdad cultural, sino desde el principio de igualdad individual que se concreta en el ciudadano.

Finalmente la solución parece encontrarse en la negociación, en el diálogo intercultural, en la gestión sobre las vías de acceso al poder político en condiciones de justicia e igualdad.

La revisión realizada sobre el proceso histórico de la situación de los pueblos como culturas negadas y por lo tanto excluidas por el Estado-nación permite, en parte, argumentar que la democracia mexicana, que se precia plural e incluyente, requiere de cambios sustanciales tanto en el régimen legal como en el sistema político para integrar a la ciudadanía indígena o cultural a la vida pública nacional en condiciones de igualdad de derechos y participación.

El estado de Guerrero, México, es desde esta perspectiva, una partecita donde se visualiza el problema de integración política de los pueblos indígenas, ya que a partir del reconocimiento de la diversidad cultural en este nivel local, se configura en su constitución política, un instrumento legal con derechos para los pueblos indígenas, aunque limitados, legalmente lo hacen un estado pluriétnico y pluricultural.

Sin embargo para los 4 pueblos originarios NAUA(Náhuatl), ÑU SAVI (Mixteco), ME'PHAA (Tlapaneco), Y N'ANCUE N'OMDAA (Amusgo) y sus comunidades que los conforman, el marco legal -Constitución Política del estado de Guerrero- y su ley secundaria 701 que abren la posibilidad de ejercer y mejorar sus niveles de protección y promoción de sus culturas, así como su autonomía y también decidir colectivamente su participación en la vida pública del estado de Guerrero, enfrenta problemas y obstáculos desde el poder, que prácticamente les han impedido el ejercicio de sus derechos colectivos y estar en mejores posibilidades de introducir cambios desde su cosmovisión para gestionar interculturalmente su integración en condiciones de igualdad y justicia a un estado que como se ve

<sup>1</sup> Dr. Justino Lozano Alvarado, profesor del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales de la Universidad Autónoma de Guerrero. CIPES-UAGRO.

[Tinolo@hotmai.com](mailto:Tinoloz@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Dante López Román. Profesor de Ciencias Sociales en UAGRO.dlopezroman@yahoo.com.mx

<sup>3</sup> Dr. Víctor Charco CRUZ. Profesor del área de Ciencias Sociales en la Facultad de Ingeniería, UAGRO. Charco\_libra@yahoo.com.mx

<sup>4</sup> Dr. Federico Sandoval Hernández. Profesor del Centro de investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales de la universidad Autónoma de Guerrero Cipes-UAGRO. Fede\_05@hotmail.com

los gobiernos tiene pocas intenciones de diálogo con los pueblos originarios, mucho menos con movimientos indígenas que lo reclaman.

### **LA DEMOCRACIA EN LAS SOCIEDADES PLURALES.**

En este marco y para poder analizar la teoría del liberalismo democrático desde una perspectiva de uno de los fenómenos principales del pluralismo cultural: el pluralismo nacional existente en algunas democracias (democracias plurinacionales), y el debate teórico, sobre qué significa una democracia liberal en sociedades en las que conviven diversas colectividades nacionales de carácter histórico y territorial y abordar los retos del análisis que plantea la multiculturalidad de las naciones, resulta necesario distinguir entre las distintas formas de diversidad cultural.

#### *Diversidad cultural*

Will Kymlicka (1996) las resume en dos: las minorías nacionales y los grupos de inmigrantes. El primer caso se refiere a la coexistencia dentro de un mismo Estado de más de una nación –entendiendo por nación una comunidad histórica, más o menos completa institucionalmente, que ocupa un territorio o tierra ancestral determinada y que comparte una lengua y cultura diferenciadas-. Tal diversidad es el resultado de la incorporación de culturas que anteriormente poseían autogobierno y estaban concentradas territorialmente (por ejemplo, minorías nacionales, pueblos indígenas). Esta unión puede ser involuntaria (a causa de una invasión o conquista como ocurrió en Canadá, EEUU, América Latina, Finlandia o Australia) o voluntaria (mediante la formación de una federación por beneficio, por ejemplo Bélgica o Suiza). Esta forma de diversidad conforma lo que Kymlicka llama Estados multinacionales. En el segundo Caso, la diversidad cultural surge de la inmigración individual y familiar y constituyen los Estados poliétnicos.

Esta caracterización no es excluyente; hoy en día la mayoría de los estados son una combinación de ambos (EEUU, Canadá, España...) la importancia de hacer esta distinción radica en que es la mejor para que ningún grupo quede invisibilizado; y porque las demandas de cada grupo pueden ser diferentes y, por tanto, la respuesta también debe ser distinta. En general, las minorías nacionales desean seguir siendo sociedades distintas respecto de la sociedad mayoritaria de la que forman parte y exigen formas de autonomía y autogobierno para asegurar su supervivencia como culturas diferentes. Por su parte, los grupos étnicos (derivados de los procesos migratorios) desean integrarse a la sociedad de acogida y que se les acepte como miembros de pleno derecho de la misma. Pretenden que las instituciones y las leyes de dicha sociedad sean más receptivas a las diferencias culturales, pero no piden poderes de autogobierno.

La perspectiva cultural basada en el concepto de diversidad cultural constituye en nuestro análisis el hilo conductor que nos permite revisar el tema de la inclusión política de la diversidad cultural por el liberalismo democrático y el multiculturalismo.

Otro hilo conductor que particularmente orienta nuestra revisión es el principio de igualdad que está en el centro del debate teórico entre las distintas tradiciones.

La igualdad –igualdad como idéntico- es base fundamental de la tradición liberal democrática, ha servido como eje ordenador de nuestras sociedades que en los hechos han seguido una línea de igualdad uniformadora y asimilacionista, igualdad con base a la cual se ha articulado la construcción de la esfera pública, el demos y la ciudadanía.

#### *El liberalismo democrático.*

Actualmente las democracias liberales gozan de buena salud teórica e innegable éxito práctico, sin embargo tal situación no oculta algunos límites conceptuales e institucionales ante la conflictiva que presenta el panorama político del siglo XXI. Se trata de una tradición práctica y constitucional que en la actualidad no tiene rivales dentro de los sistemas políticos comparados. Hasta el punto que cuestiones como la protección y garantía de derechos y libertades, las elecciones competitivas, pluralismo político efectivo, la concreción de los principios de constitucionalidad y legalidad, la división y separación de poderes, la articulación de una economía de mercado con algún grado de intervencionismo público, han llegado a convertirse en meta-valores aceptados por la mayoría de las sociedades contemporáneas.

Lo que no quiere decir que con toda esa consistencia teórica y constitucional no posea lados oscuros, debilidades contrarios a la integración de la diversidad social a la vida democrática, lo que parece requerir sobre todo, una serie de reformas prácticas y constitucionales que permitan una mayor adaptabilidad a las condiciones políticas, culturales y tecnológicas de este nuevo siglo.

#### *Los pluralistas liberales*

En La línea liberal democrática destacamos tres autores contemporáneos. Habermas (2004), Sartori (2001) y Lijphart (2000), en sus propuestas venidas del pluralismo; la diversidad cultural encuentran cabida en

estructuras de participación pública, el sistema de partidos y la democracia consensual respectivamente, que ofrecen la inclusión política de la diversidad cultural de las distintas conformaciones de las sociedades multiculturales a la vida democrática.

En Lijphart hay instituciones que posibilitan la integración como colectividades culturales-; sin embargo en Habermas encontramos las estructuras de participación para el debate público, pero siempre la participación es considerada de manera individual.

#### *Los multiculturalistas.*

Charles Taylor (1993) y Will Kimlicka (1996, 2003) plantean que las demandas de las minorías no son inherentemente opuestas a los principios liberales y sugieren el reconocimiento de las diferentes culturas, derechos colectivos y derechos específicos de representación.

Para Taylor el reconocimiento del valor de las culturas requiere de la fusión de horizontes normativos que permita ponerlas en igualdad de condiciones, claro no sin antes considerar una idea de autoreflexión que supere nuestros propios códigos teniendo presente a los otros o diferentes y reflexionar también sobre los principios de libertad e igualdad del liberalismo democrático que están afincados en el individuo y no por connotaciones colectivas que permitan igualdad de las otras culturas sometidas a condiciones de opresión y desigualdad.

Es relevante destacar que su propuesta de fusión de horizontes normativos para el reconocimiento de la diversidad cultural, en tanto que supone un principio de entendimiento de nuestra realidad como naciones heterogéneas, esto es la perspectiva o mirada intercultural, adquiere importancia en el sentido de pensar nuestro propio autoconocimiento como cultura predominante pero también el conocimiento del otro u otras culturas.

De Will Kimlicka también es trascendente su teoría de los derechos colectivos, que en su papel de propuestas de reconocimiento de la diversidad y sus derechos colectivos en el caso de las minorías, y pueblos indígenas ha sido de gran importancia sobre todo lo que tiene que ver con las protecciones externas a minorías y derechos de representación, que han encontrado no sólo aceptación entre distintos liberales sino su acogida práctica por los sistemas de democracia liberal -Quebec, Bélgica, España-, pero sobre todo en los pactos y tratados internacionales suscritos por muchos países europeos y latinoamericanos, México incluido.

#### **MARCO LEGAL**

México muy lentamente ha producido cambios en esa dirección, en 1992 se declara como una nación pluriétnica y se reconocen en el 2001 una serie de derechos para los pueblos indígenas. Sin embargo en estas dos reformas constitucionales en sus artículos cuarto y segundo respectivamente no quedan reflejadas las demandas centrales de las organizaciones y movimientos indígenas que ven sus reclamos de autonomía y derechos colectivos relegados a modificaciones por hacer en las legislaturas locales.

Un aspecto central en los cambios introducidos en esas reformas constitucionales, es que los indígenas de México permanecen como objetos, no como sujetos de derecho, quedan bajo la protección del estado, por lo que no hubo cambios sustanciales que permitieran otorgarles derechos colectivos, como pueblos, y en consecuencia reconocimiento como los otros, como una ciudadanía a la que se le extienden en el espacio constitucional personalidad jurídica, con la facultad de decidir, exigir e intervenir en la vida pública.

#### **MARCO DEMOCRATICO**

En el marco de la democracia del país, existe un trato para los indígenas como ciudadanía con iguales derechos políticos individuales, en los procesos convencionales de nivel federal, estatal y municipal –excepto municipios de Oaxaca y Cherán Michoacán-. Sólo se eligen candidatos a puestos de representación y de gobierno a través de la competencia entre partidos políticos y donde el sistema electoral y sus órganos sólo contemplan y procesan las condiciones de participación ciudadana individual, no colectiva, por usos y costumbres como nombran tradicionalmente a sus representantes y autoridades los pueblos indígenas.

#### **GUERRERO.**

Para los 4<sup>5</sup> pueblos originarios NAUA, ÑU SAVI, ME'PHAA Y N'ANCUE Ñ'OMDAA y sus comunidades que los conforman, el marco legal –Constitución Política del estado de Guerrero- y su ley secundaria 701<sup>6</sup> abren la posibilidad de ejercer y mejorar sus niveles de protección y promoción de sus culturas, así como su autonomía,

---

<sup>5</sup> Estos nombres corresponde a los originales con los que se conocen entre sí los Pueblos Nahuas, Mixtecos, Tlapanecos y Amuzgos.

<sup>6</sup> Ley Número 701 De reconocimiento, cultura y derechos de los pueblos y comunidades indígenas

del estado de Guerrero. 25 de febrero 2011. Periódico oficial del estado de Guerrero.

Para los indígenas de Guerrero existen tres proyectos de integración, el indigenista, el de la Unión de Pueblos y Organizaciones del Estado de Guerrero (UPOEG) y el de la Coordinadora Regional de Autoridades Comunitarias-Policía Comunitaria (CRAC-PC).

El Primero es de seguir desde el estado negando y regateando los derechos de los indígenas y con las mismas políticas paternalistas de asistencia social (los más recientes programas desde SOLIDARIDAD, hasta PROSPERA y SIN HAMBRE) y con una modalidad del otrora indigenismo posrevolucionario, ahora el indigenismo tiene rostro neoliberal, su modelo económico es apropiarse agresivamente de los territorios, tierras y recursos naturales de los pueblos originarios –las zonas mineras y acuíferas de Guerrero son su objetivo.

El Proyecto de la UPOEG que plantea la vía de integración política, con la participación de los pueblos originarios en procesos democráticos, a través de elecciones por usos y costumbres en municipios indígenas.

Y Finalmente la CRAC con un proyecto identitario de los pueblos indígenas, que desde su autonomía resiste y lucha por sobrevivir y seguir siendo, por la justicia y dignidad de los pueblos y cambiar no por la vía institucional la situación de los pueblos indígenas de Guerrero.

### ***Comentarios finales y recomendaciones***

Con la presente investigación se considero que la exclusión política de los pueblos originarios es aún persistente en la democracia mexicana, que insuficientemente da cabida en el espacio legal y político a la diversidad cultural. Derechos colectivos y elecciones por usos y costumbres están limitados, pero demandados por una ciudadanía cultural que desde sus identidades plantean su inclusión política. Dos aspectos importantes pudieran ser estudiados: ciudadanía cultural y su incidencia en la mejora de los niveles de calidad democrática en nuestro país.

### ***Conclusiones***

En la vertiente de las teorías liberales se reivindican los principios de libertad e igualdad desde perspectivas en efecto plurales pero en esencia concebidos como individuales y consideran la inclusión política de la diversidad cultural desde los principios y valores e instituciones establecidos por el liberalismo democrático. En cualquier caso, la interculturalidad, el diálogo democrático se presenta como el sistema adecuado tanto para la participación de las diferentes culturas de una sociedad en la configuración de un sistema normativo y de derechos compartido, como para la resolución de las controversias al interior de un grupo referidas a la tensión entre derechos colectivos e individuales y en la relación de ese grupo con el resto de la sociedad.

En el espacio político, la inclusión desde la perspectiva del México pluriétnico es limitada y deficiente, en sentido estricto desde una perspectiva indígena es inexistente y desde la perspectiva incluyente sustentada en el pluralismo que sostiene el liberalismo requiere mayores elementos legales e institucionales, mecanismos, diálogo y acuerdos entre las partes estratégicas que conforman el sistema político.

### **Referencias Bibliográficas**

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos <http://www.juridicas.unam.mx/inst/>. consulta: 27 agosto, 2016.

Habermas J. (2004) La inclusión del otro. Paidós, Barcelona.

Kimlicka, Will, (1996): Ciudadanía Multicultural. Una teoría liberal de los derechos de las minorías, paidós, Barcelona.

Kymlicka, Will, (2003). Nacionalismo, Multiculturalismo y ciudadanía. Trad., Cast., de T. Fernández Aúz., Paidós, Barcelona.

Lijphart, Arend. (2000). Modelos de Democracia, Ariel.

México. Gobierno del estado de Guerrero. Ley Número 701 De reconocimiento, cultura y derechos de los pueblos y comunidades indígenas del estado de Guerrero. 25 de febrero de 2011.

Sartori, Giovanni. (2001). La sociedad Multiétnica, Taurus, México.

Taylor, Charles. (1993). Multiculturalismo y la “política del reconocimiento”, Fondo de Cultura Económica, México

# El arte en el aprendizaje de la lengua extranjera: Una propuesta

Alexis Adriana Lozano<sup>1</sup>

**Resumen**— El artículo propone el uso de diversas expresiones artísticas –en especial las artes plásticas y las visuales, así como la literatura y la escritura, – como una estrategia para la enseñanza de la lengua extranjera, específicamente del inglés. El arte es una representación de la vida humana. En ella, es posible plasmar los diversos aconteceres de la existencia. Por lo tanto, es un medio ideal para que el estudiante de una lengua extranjera aprenda a través de acciones significativas que apelen a su lado humano, impidiéndole que vea el aprendizaje de la lengua como una obligación. En esta propuesta se observará a la enseñanza de la lengua extranjera desde un enfoque comunicativo.

**Palabras clave**—lengua extranjera, inglés, arte, artes plásticas, enfoque comunicativo

## Introducción

El presente documento es una propuesta de investigación, en la cual se plantea que las artes son una estrategia para la enseñanza de la lengua extranjera. En este concepto de arte, o artes, se incluyen la música, la danza, las artes plásticas, el cine, el teatro, la fotografía, la poesía, y la literatura. Por medio de estas expresiones es posible que el docente utilice un enfoque comunicativo para la enseñanza de la lengua extranjera. Es importante clarificar que no se propone un curso enfocado exclusivamente en las artes, sino que éstas sean incluidas dentro del programa de estudios, o *syllabus*. Tampoco como un método el cual hay que seguir paso a paso, sino como una estrategia que el docente pueda emplear cuando lo considere pertinente.

## Descripción del Método

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

Existen pocos estudios referentes a la inclusión de las artes en la enseñanza de una segunda lengua. Por lo tanto, esta propuesta es innovadora, aunque difícil de sustentar por medio de otros trabajos similares. Sin embargo, para darle validez a esta idea, se ha tomado como marco de referencia un enfoque comunicativo en la enseñanza de la segunda lengua. Asimismo, el estudiante es el centro el proceso educativo, y sus ideas, necesidades e intereses son prioritarias para el diseño del *syllabus*, y las planeaciones del docente.

### *Enfoque comunicativo en la enseñanza de la segunda lengua*

Como se ha mencionado en la introducción, este estrategia se fundamenta en un enfoque comunicativo, el cual se define como “un enfoque en la enseñanza de una segunda lengua que enfatiza que el objetivo del aprendizaje es la competencia comunicativa, y el cual busca hacer de la comunicación y el uso del lenguaje significativos en todas las actividades escolares” (Richards y Schmidt, 2010, p. 97). Este enfoque se creó en la década de los setentas como respuesta a los métodos que tomaban como base para el diseño del *syllabus* la gramática del lenguaje meta (*target language*).

Lo que aquí se sugiere es que el docente enfatice el uso del lenguaje en el aula, y fuera de ella, no la estructura gramatical de frases y enunciados fuera de contexto. Es decir, en lugar de enseñar al estudiante los elementos que conforman un enunciado en presente simple, se planean y desarrollan actividades que promuevan el uso de este tiempo verbal, así como el vocabulario que usualmente lo acompaña. La presencia del docente en este enfoque es de facilitador, aunque sigue siendo él/ella quien decide las actividades que de llevaran a cabo, el cuándo, y el dónde. Sin embargo, hay mayor flexibilidad en cuanto a lo que se les enseña a los educandos, puesto que la planeación surge de lo que pasa en el salón de clases. A este enfoque también se le ha denominado *notional-functional approach* ya que los estudiantes aprenden a usar el lenguaje de acuerdo en ciertos contextos (Richards Y Rodgers, 1986).

En *Notional Syllabuses*, Wilkins (1976) describe dos tipos de significados que se encuentran en el enfoque comunicativo, el de *notional categories* y el de *categories of communicative functions* (categorías notionales y categorías comunicativas funcionales). El primero se denomina como conceptos de tiempo, espacio, secuencia, cantidad frecuencia; mientras el segundo se refiere a la producción que el estudiante realiza en situaciones específicas como ordenar en un restaurant, pedir una disculpa, hacer una queja, hacer una llamada telefónica, entre otras. Por esta razón se ha tomado al enfoque comunicativo como marco teórico para justificar la inclusión del arte en la enseñanza de la segunda lengua, o lengua extranjera.

<sup>1</sup> Alexis Adriana Lozano es Profesora de Inglés en la University of the Incarnate Word, Irapuato, Guanajuato, y estudiante de la Maestría en Lingüística Aplicada en la Enseñanza del Inglés, de la Universidad de Guanajuato. [ale.adr2@hotmail.com](mailto:ale.adr2@hotmail.com) (autor corresponsal)



### *El concepto de arte*

Diversos autores, así como artistas, educadores, estudiantes y expertos en el tema, consideran que las artes son un aspecto fundamental en la vida de todo individuo puesto que éstas proporcionan espacios a los que difícilmente se puede acceder por medio de cualquier otra creación propia del ser humano. Ros (2004) sugiere que

*La actividad artística, múltiple e integradora, tiene distintas funciones en diversas culturas, épocas históricas y grupos sociales, pero quizás la más importante sea la de lograr comunión, producir armonía en la personalidad, dar placer, reflejar la vida y la realidad, reflejar conflictos internos o sociales, estructurar la moral y desarrollar la capacidad creadora, base de todo nuevo descubrimiento científico que ayuda a satisfacer y mejorar la subsistencia.* (p.1).

Con esto, Ros se refiere a las artes no sólo como un medio de distracción, sino a un lenguaje con el cual es posible expresar la cotidianidad de la experiencia humana con su entorno, tanto natural como artificial, para lograr subsistir en él y con él armoniosamente. Además, de que la creatividad desarrollada e implementada en la producción artística permite que su autor cree obras representativas del mundo —muchas veces considerado utópico— que le gustaría habitar.

El Diccionario de la Real Academia Española establece que el arte es una “Manifestación de la actividad humana mediante la cual se expresa una visión personal y desinteresada que interpreta lo real o imaginado con recursos plásticos, lingüísticos o sonoros” (2017, s.p.). Esta palabra “procede de una doble raíz, la griega *techné*, y la latina, *ars*; ambas se refieren a la habilidad humana, a la actividad humana que pone en juego pericia, destreza, y aun imaginación, inventiva” (Aguirre Lora, 2011, p. 21). Sin embargo, su definición ha sido discutida ampliamente desde diversas perspectivas, entre ellas: la antropológica, la social, la política, la económica, la educativa, la psicológica, la filosófica. A pesar de la diversidad de definiciones que se le han otorgado a este polisemántico concepto, es evidente que el arte ocupa un lugar distinto en la vida de cada una de las personas, quienes le conceden un significado desde su propia subjetividad.

El arte podría considerarse una de las principales expresiones culturales, debido a que, mediante ella, el ser humano es capaz de comunicar muchos otros componentes de su cultura. Asimismo, cada cultura cuenta con diversas manifestaciones artísticas que la simbolizan. Este tipo de expresión ha acompañado al ser humano a lo largo de toda su historia. Desde las representaciones prehistóricas de mamuts, hasta la abstracción contemporánea, los artistas se han referido a su tiempo y a su lugar en la historia y han expresado verdades humanas universales por decenas de miles de años.

En la época clásica, Platón, además de otros pensadores griegos, le otorgaban a la música un papel importante en el desarrollo de la vida humana pues se encontraba presente “en las diversas actividades [...] donde se ponen de manifiesto sus atributos en el ámbito de la medicina y de la educación, fundamentalmente” (García, 2011, p. 29). La teoría y la práctica de ésta

[...] tuvieron una profunda influencia en todos los niveles de la sociedad de la Grecia antigua. Los ritos de culto, los banquetes y las fiestas, incluso las más cotidianas tareas del trabajo diario [...] se realizaban con acompañamiento de melodías y cantos creados específicamente para cada ocasión. La música inundaba la vida social de los griegos. (García, 2011, p. 29).

Las artes son consideradas un medio idóneo para que las personas se relacionen entre sí; compartan experiencias, creencias, ideologías, opiniones, historias de vida. El teatro, la pintura, la música, el cine, la fotografía, la escultura, entre otras expresiones artísticas, invitan al espectador a conocer más sobre las historias detrás de cada una de esas representaciones de las relaciones humanas en el contexto social y natural.

### *El arte en la enseñanza de una lengua extranjera*

Una vez que se han definido los conceptos que sustentan este trabajo, procederé a explicar la estrategia aquí propuesta. Debido a que el arte es una manifestación humana que se encuentra en las culturas de cada país, forma parte fundamental para el diseño del programa de estudios, o *syllabus*, de una lengua extranjera. Si bien es cierto que no todos los países que comparten la lengua meta (*target language*) comparten su cultura, y por ende, sus manifestaciones artísticas, es cierto que, la enseñanza se basa en la variación del *target language* de un determinado país. En el caso del inglés, el Americano, o el Británico.

Es por esto, que elementos culturales de ambos países pueden ser explorados en la clase de idiomas. No obstante, cultura no es sinónimo de arte, por lo que es posible incluir arte del país en el que se lleva a cabo la enseñanza, o cualquier otro. Es esto lo que realza la importancia de esta propuesta. Las categorías de nociones y las categorías comunicativas de funciones, pueden ser adquiridas por el estudiante de idiomas por medio de diversos acercamientos al arte. Enfocándonos en el idioma inglés, proveo una actividad ejemplo a continuación, la cual emplea un cuadro como punto de reflexión para uso del lenguaje.

Como profesora, no espero que los estudiantes sepan automáticamente el lenguaje que usualmente se utiliza para la descripción de una imagen, si no que espero a que a partir de su observación surjan preguntas que los ayuden a construir el lenguaje. Es por eso que solamente establezco el objetivo de la actividad, así como algunos datos de la pieza de arte y su autor. No sugiero un nivel ni una edad en específico, ya que esta secuencia didáctica puede ser utilizada en diversos niveles agregando un grado mayor de dificultad, de acuerdo con lo se establezca en el *syllabus*.

<p><b>Objetivo:</b> Describir el cuadro observado.</p> <p><b>Actividad 1:</b> presentar a los estudiantes un video en el cual se muestren personas describiendo un cuadro en un museo. Se les pide que hagan notas sobre el vocabulario y frases que utilizan, ya que ellos describirán también un cuadro.</p> <p><b>Actividad 2:</b> presentar el cuadro <i>The Bedroom</i>, de Vincent van Gogh. Se forman grupos de 3 y los estudiantes describen la imagen. La/el docente monitorea con la finalidad de facilitar idioma que los estudiantes requieran.</p> <p><b>Actividades recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Escribir biografía de Van Gogh</li><li>• Buscar otras piezas creadas por el mismo autor</li><li>• Encontrar más información sobre la pieza de arte y presentarla en clase</li></ul>	<p><b>Información sobre la pieza de arte:</b></p> <p>Título: <i>The Bedroom</i></p> <p>Autor: Vincent van Gogh</p> <p>Año: 1988</p> <p>Ubicación actual: Van Gogh Museum, Amsterdam</p>
---	---



**Vocabulario y estructuras utilizados por los alumnos:** (aquí se anotarían las estructuras y el vocabulario sobre el que los alumnos tuvieron más dudas, así como aquel que utilizaron con mayor frecuencia)

Figura 1. Secuencia didáctica para la clase de lengua extranjera. (Imagen: Van Gogh Museum, <https://www.vangoghmuseum.nl/en/collection/s0047V1962>)

Una vez que los estudiantes hayan completado la actividad, el docente se podrá enfocar en el vocabulario y las estructuras gramaticales que los estudiantes emplearon, invitándolos a ellos a identificarlas y compartirlas con el resto del grupo. De esta manera, el educando se percatara de que él también puede formar su propio conocimiento a partir de las actividades realizadas en el salón de clases. Este

Una de las actividades de seguimiento, es una salida al museo local. Como docente, estoy consciente de que esta actividad no se puede llevar a cabo en todos los contextos. No obstante, de ser posible, permitiría que el alumno aplique el conocimiento adquirido en un contexto real. Como resultado de esta salida, se pueden desarrollar distintas actividades en las que se practiquen los cuatro habilidades del lenguaje: la escritura, la lectura, la escucha y el habla

(*listening, writing, reading and speaking*). Un ejemplo, sería escribir la reflexión de la salida, en la que incluyan sus emociones, sus opiniones, sus aprendizajes y sus impresiones.

Además de la pintura, las artes escénicas y visuales pueden ser incluidas dentro del *syllabus*. Probablemente los docentes pensarán en el famoso *role-play*, el cual se incluye en casi todos los libros de texto que pretenden tener un enfoque comunicativo. Sin embargo, la educación en las artes permite no sólo la representación de diálogos, sino obras teatrales mundialmente conocidas, y las cuales pueden ser adaptadas al nivel y las edades de los alumnos. He aquí otro ejemplo de secuencia didáctica:

<p><b>Objetivo:</b> Representar la obra teatral <i>Macbeth</i>, de William Shakespeare. (El docente les presenta diversas obras teatrales y se lleva a cabo una votación.)</p> <p><b>Actividad 1:</b> Presentar a los estudiantes con diferentes extractos de la obra, así como un resumen. Leerla en clase. Buscar más información sobre ésta.</p> <p><b>Actividad 2:</b> formar equipos. Proporcionar escenas. Los estudiantes se hacen cargo de entender el vocabulario de su escena y adaptarlo para que se les facilite a la hora de presentarla. El/la docente los apoya.</p> <p><b>Actividad 3:</b> Ensayar obra. Preparar vestuarios, etc. Invitar a estudiantes y profesores de otros grupos de la misma lengua extranjera. Establecer fechas, lugar, hora.</p> <p><b>Actividad 4:</b> Presentar obra.</p> <p><b>Actividad 5:</b> Presentación</p> <p><b>Tiempo de desarrollo recomendado:</b> 3 semanas, se presenta a la cuarta semana</p> <p><b>Actividades recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver película <i>Macbeth</i></li> <li>• Investigar sobre William Shakespeare</li> <li>• Investigar sobre géneros de obras de teatro</li> <li>• Buscar otras obras teatrales de interés</li> </ul>	<p><b>Información sobre la pieza de arte:</b></p> <p>Título: <i>The tragedy of Macbeth</i></p> <p>Autor: William Shakespeare</p> <p>Año de publicación: 1623</p> <p>Género: Dramático, tragedia</p>
<p><b>Vocabulario y estructuradas utilizados por los alumnos:</b>(aquí se anotarían las estructuras y el vocabulario sobre el que los alumnos tuvieron más dudas, así como aquel que utilizaron con mayor frecuencia)</p>	

Figura 2. . Secuencia didáctica para la clase de lengua extranjera.

Lo ideal es que las obras teatrales, pinturas, películas, poesía, entre otras manifestaciones artísticas, sean elegidas en conjunto por los docentes y educandos. De esta manera los estudiantes estarán motivados puesto que tienen la oportunidad de elegir ciertos contenidos.

Como se puede observar en los ejemplos de secuencias didácticas, éstas pueden adaptarse a cualquier idioma. En este documento yo elegí dichas obras pensando en el idioma inglés como *target language*. Sin embargo, se pueden utilizar distintas expresiones provenientes de diversos países y culturas.

#### Comentarios Finales

##### Conclusiones

El presente trabajo tiene un enfoque comunicativo en cuanto a la enseñanza de una lengua extranjera. Este enfoque de enseñanza y aprendizaje es inductivo, ya que se plantea que el lenguaje sea utilizado antes de ser analizado. Es decir, se le presentan oportunidades al estudiante en el que él/ella pueda construir su propio lenguaje y lo intente a partir de diferentes medios, y el apoyo de la docente. Durante el proceso, y también una vez que haya finalizado, docentes y alumnos analizan el lenguaje. De esta manera, el estudiante podrá sentirse libre de utilizar el idioma y no restringido por ciertas metas que se deben cumplir al finalizar un programa educativo.

##### Recomendaciones

Esta es una propuesta de investigación, ya que aún no se ha llevado a cabo no tengo resultados concretos. Sin embargo, he utilizado obras de arte en mis clases, como la imagen mostrada en la primera secuencia didáctica. Los objetivos planteados en el *syllabus* proporcionados por mi institución indican que el estudiante utilizará *There is/ there are*, así como ciertas preposiciones de lugar para describir la imagen. Es por eso que, a pesar de que se proporcionan diferentes imágenes en el libro de texto empleado, decidí usar obras de arte para profundizar más en otros temas gramaticales y de vocabulario que ya se habían visto con anterioridad.

Mi interés por este tema surgió a partir de la realización de mi tesis de licenciatura, *Educación para la transformación social*, y mi trabajo como docente de inglés. En el 2013 realicé un proyecto de fomento a la lectura por medio de secuencias didácticas enfocadas a actividades artísticas. Puesto que no le pude dar seguimiento por la falta de acceso a mis participantes, he decidido retomar el tema para un futuro proyecto de investigación, ahora enfocado en la enseñanza de la segunda lengua.

El propósito de este documento es invitar a otros docentes de lenguas extranjeras a emplear el arte como una estrategia de aprendizaje de la cual pueden surgir múltiples actividades que motiven al estudiante a continuar con el aprendizaje de una segunda lengua.

### Referencias

- Aguirre Lora, M.E. (2011). *Repensar las Artes. Culturas, educación y cruce de itinerarios*. Ciudad de México: IISUE.
- Diccionario en Línea de la Real Academia Española (2014). Definición de Arte. Disponible en <http://lema.rae.es/drae/?val=arte> Consultado el 25 de Junio de 2014.
- García Castillo, P. (2011). Música, poética y educación en Platón en *Repensar las Artes. Culturas, educación y cruce de itinerarios*. Ciudad de México: IISUE.
- Richards, J. and Rodgers, S. (1986), *Approaches and Methods in Language Teaching*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ros, N. (2004). "El lenguaje artístico, la educación y la creación" *Revista Iberoamericana de Educación*. Número 33, Julio 10 de 2004.
- Wilkins, D. (1976). Notional syllabuses. *Bulletin CILA (Commission interuniversitaire suisse de linguistique appliquée)* («Bulletin VALS-ASLA» depuis 1994), 24, 5-17.

# EDUCACIÓN ARTÍSTICA PARA LA TRANSFORMACIÓN SOCIAL

Alexis Adriana Lozano<sup>1</sup>

**Resumen—** Esta propuesta de investigación tiene como objeto principal plantear la educación artística como un elemento indispensable para la transformación social. Para los fines de este trabajo, la educación artística no implica la formación de artistas profesionales, sino la libre manifestación de las personas —especialmente niños, niñas y jóvenes— a través de la creación artística y de proyectos originales que surjan y se inspiren en el contexto social, político, cultural, artístico y educativo en el que éstos se desarrollan. La expresión artística es una valiosa herramienta educativa para que los individuos observen la realidad desde una perspectiva crítica, y desarrollen plenamente todas sus capacidades. Para la elaboración de este trabajo se retomó la pedagogía crítica como marco teórico.

**Palabras clave—** arte, educación artística, pedagogía crítica, transformación social.

## Introducción

Por medio de este documento se plantea que mediante las artes es posible expresar, analizar y reflexionar los problemas que aquejan a la sociedad actual, así como exponer propuestas que promuevan la transformación social; permitiendo así reconocer salidas viables para mejorar la vida de las personas. La expresión artística es una valiosa herramienta educativa para que los individuos observen la realidad desde una perspectiva crítica y desarrollen plenamente todas sus capacidades. Los resultados de diferentes proyectos han demostrado que las artes y la cultura son parte fundamental de la vida de todo ser humano. Con ellas se generan cambios significativos puesto que “es posible [...] contribuir a la organización y la movilización de la sociedad en la búsqueda de espacio y oportunidades de desarrollo para todos” (VIVA, 2005, p. 8).

Se define aquí a la transformación social como un suceso positivo que conlleva a la mejora de la calidad de vida del ser humano, y del planeta. Algunos de los principales malestares de la sociedad actual son: conflictos armados; el deterioro ambiental; la discriminación por razones de sexo, etnia, clase socioeconómica; la homofobia; la falta de autonomía individual y colectiva; la subyugación de las masas y la reproducción de las relaciones de poder por medio de sistemas represivos del Estado, como la escuela.

## Descripción del Método

### *Marco teórico y metodológico*

La perspectiva teórica-metodológica que sustenta el trabajo de investigación es el movimiento social, educativo y cultural denominado Pedagogía Crítica, debido que este enfoque pedagógico aporta los fundamentos de la educación concebida como herramienta para la transformación social. Solo desde esta perspectiva es posible fundamentar la formulación del problema y la hipótesis de trabajo.

### *Educación artística para la transformación social*

"Art is not a mirror held up to reality,  
but a hammer with which to shape it."  
-Bertolt Brecht

La pedagogía crítica en la educación para las artes, en las artes y sobre las artes promueve espacios de resistencia en contra de los sistemas ideológicos y políticos dominantes. Esta teoría educativa

*[...] opera bajo dos asunciones básicas: a) la necesidad de un lenguaje de la crítica, o un cuestionamiento de las presuposiciones, y b) un lenguaje de posibilidad que acentúa el empoderamiento humano. Idealmente en la práctica, la apatía sucumbe a la participación en los proyectos de posibilidad (Simon, 1992). Los encuentros críticos, ideológicos y políticos con interpretaciones visuales y verbales de las obras de arte y el imaginario visual de la cultura popular les garantizan a los estudiantes esa participación. (Hayes, 1999, p.20)*

Por esta razón surge un nuevo movimiento denominado pedagogía crítica del arte, el cual reta los valores establecidos por los sistemas político-económicos dominantes en la actualidad. El arte genera el cuestionamiento y la conversación sobre el contenido de dichas obras. Estas acciones devienen en actos políticos “al abrir posibilidades de cambio por medio de la introspección y reflexión individual y social” (Hayes, 1999, p. 20).

<sup>1</sup> Alexis Adriana Lozano es estudiante de la Maestría en lingüística Aplicada en la Enseñanza del Inglés de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. ale.adr2@hotmail.com

Además, las artes “favorecen la socialización, el aprendizaje y la creatividad” (Fernández, 2002), entre otras capacidades. En estos entornos, el estudiante tiene la posibilidad de plasmar su experiencia con el mundo; asimismo, entra en contacto con la realidad que otros, generalmente los artistas, reflejan en sus obras. Sobre esto, Aguirre Lora (2011) indica que

*[...] la educación artística, por lo menos en nivel del discurso, constituye una de las áreas propias de la formación integral de la persona; a ella se le atribuye un importante papel en el desarrollo de la sensibilidad y de la capacidad creativa; en alguna medida, siempre desde la perspectiva de la escuela, se le relaciona con las cualidades propias del campo de las artes y de la condición del artista, esto es, libertad de expresión, posibilidad de comunicar los propios sentimientos, imaginación, exploración, inventiva (n.p).*

Durante la revisión bibliográfica llevada a cabo para la elaboración de este trabajo, se encontró que la creatividad es una de las capacidades principales que se busca desarrollar en los educandos a través de la educación en las artes. Upitis (2011) menciona que en la actualidad esta característica del ser humano es realmente necesaria, puesto que existen problemáticas, como el deterioro ambiental y la guerra, que están poniendo en riesgo la supervivencia de todos los seres vivos, por lo que debemos encontrar, cuanto antes, soluciones enfocadas a mejorar las relaciones de los humanos entre sí, así como las relaciones con el planeta.

La inclusión de las artes en el currículo escolar significa proveer el tiempo y espacio necesarios para que los educandos tengan la oportunidad de aprender cómo hacer arte, de aprender sobre el arte y de utilizar las artes como valiosas herramientas de aprendizaje por medio de las cuales es posible adquirir conocimientos de otras asignaturas (Upitis, 2011).

Según lo establecido en la primera Conferencia Mundial Sobre Educación Artística, coordinada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), “la cultura y las artes son componentes esenciales de una educación integral que conduce al óptimo desarrollo de individuo” (UNESCO, 2006).

Los temas a los que se refirieron en dicha conferencia incluyen: el impacto de la Educación Artística en las esferas culturales, sociales y académicas; su promoción e introducción a nivel político; la calidad de la educación en relación a métodos pedagógicos, y la formación de profesorado; además de la promoción de consorcios para la introducción de programas relacionados con las artes en la educación.

La reunión, a la que asistieron 1200 participantes provenientes de 97 países miembros, fue necesaria para difundir los objetivos de la UNESCO en torno a la educación artística en el mundo, plasmados en la “Hoja de Ruta para la Educación Artística” en la cual se indica que las artes

*[...] proveen un entorno y una práctica en donde el educando participa activamente en experiencias, procesos y desarrollo creativos. Las investigaciones indican que la inserción de los estudiantes en los procesos artísticos, al tiempo que incorporan elementos de su propia cultura en la educación, cultivan en cada individuo un sentido de creatividad e iniciativa, una fértil imaginación, inteligencia emocional y una "brújula" moral, una capacidad de reflexión crítica, un sentido de la autonomía, y la libertad de pensamiento y de acción. La educación en y por medio de las artes también estimula el desarrollo cognitivo y puede hacer que la manera en la que los estudiantes aprenden, y lo que aprenden, sea más relevante a las necesidades de las sociedades modernas en las que viven (UNESCO, 2006, p. 4).*

Según lo que aquí se menciona, a las artes se les atribuye una gran cantidad de beneficios en la formación del individuo, por lo que diversas políticas educativas, nacionales e internacionales —como se observa en el caso de la UNESCO—, les han otorgado un mayor grado de importancia para que éstas sean implementadas en el currículo escolar oficial. Asimismo, en diversos países se han efectuado proyectos cuya finalidad es fomentar el gusto por diferentes actividades artísticas en las niñas, niños y jóvenes en situaciones de vulnerabilidad, así como incluirlos dentro del mismo para que estos tengan la oportunidad de ser los autores de sus propias obras. Un caso ejemplar es el Sistema Nacional de Orquestas Juveniles e Infantiles de Venezuela. Esta obra está “consagrada al rescate pedagógico, ocupacional y ético de la infancia y la juventud, mediante la instrucción y la práctica colectiva de la música, dedicada a la capacitación, prevención y recuperación de los grupos más vulnerables del país, tanto por sus características etarias como por su situación socioeconómica” (El Sistema, 2017, s.p.).

Al mismo tiempo que la inclusión de las artes en el proceso educativo es fundamental para la formación integral del individuo, también lo es para la sociedad en su conjunto puesto que el arte es un lenguaje; un medio de comunicación. Las artes para la concientización permiten que los individuos lean y expresen a través de ellas las situaciones que viven actualmente. Por esta razón, no debe considerárseles únicamente como un tiempo de ocio o recreación, sino que proveen un entorno en el cual los estudiantes entran en contacto con otras perspectivas del

contexto en el que viven, además de las propias, y de aquellos individuos más próximos a ellos. Por ende, profesores, artistas y especialistas en el tema, deben estar involucrados con la enseñanza por medio de las artes, en las artes y sobre las artes.

Son estos beneficios con los que es posible generar un cambio social, en especial cuando se menciona la reflexión crítica, debido a que los estudiantes serán conscientes de las problemáticas en diferentes áreas de la existencia humana, por lo que opondrán resistencia a las causas que han provocado estas situaciones, usualmente causadas por el propio ser humano.

En los sistemas educativos actuales se busca la formación de individuos que formen parte del campo laboral, a razón de que varios dirigentes políticos, y las clases dominantes, generalmente pretenden, sobre otros aspectos, únicamente el crecimiento económico de las naciones. Por lo tanto, a la educación artística se le considera como una asignatura poco práctica: no garantiza que el futuro obrero adquiera conocimientos y destrezas en relación con la generación de capital material. No obstante, las personas que tienen acceso a una formación integral se expresan libremente, son más creativas, innovadoras, autónomas e inteligentes, por ello son capaces de resistirse a los intereses materiales de las sociedades capitalistas actuales al buscar opciones de vida más amables con la humanidad.

De acuerdo con Henry Giroux (en Aliakbari, 2011), el ambiente escolar debe estar relacionado con la experiencia, el conocimiento y el lenguaje de los propios estudiantes así como con los acontecimientos cotidianos del entorno en el que habitan. Por lo que es importante que todos los actores de la educación comprendan que no existe una metodología que pueda funcionar para todas las comunidades educativas, debido a que los grupos de estudiantes pertenecientes a cada una de ellas tienen diversas necesidades e intereses, las cuales es preciso tener presentes al momento de tomar decisiones respecto a los contenidos curriculares y el material utilizado en las instituciones educativas.

Castellanos (2010) señala que el patrimonio artístico y cultural de diversas comunidades latinoamericanas se ha visto concentrado en los grupos con un alto poder adquisitivo puesto que ciertas piezas poseen un gran valor cultural y económico. Debido a esto, la cultura latinoamericana, en ocasiones, se ha visto desposeída de ciertos objetos generadores de identidad. En ellos manifiestan el acontecer de sus vidas, por lo cual sus creaciones se encuentran cargadas de conocimientos, cultura, religión, emociones, sentimientos, entre otros aspectos que les inquietan, les asombran, les intrigan y les molestan.

La educación artística es importante para que la comunidad educativa cree espacios de resistencia y transformación social. Este medio de comunicación puede lograr lo que otros no. Aaron Hughes, un veterano de guerra estadounidense, opina que él ve “a las expresiones creativas como una de las maneras más cercanas para tocar nuestra humanidad. Al encontrar la entrada a esto, podemos traspasar las estructuras que han sido erigidas para alentar la deshumanización entre cada uno” (Jamail, 2009, s.p.).

Como se ha mencionado, las artes permiten que todo individuo exprese lo que se encuentra en su interioridad así como el contexto que lo rodea. El compromiso que el profesor adquiere con los estudiantes, supone una relación horizontal en la cual los primeros utilicen diversas teorías de la educación para animar a los segundos a ser más reflexivos en cuanto a la época de la historia en la que se ubican. También, tanto educandos como educadores, a través de una perspectiva crítica del proceso enseñanza-aprendizaje, podrán cuestionar la “dominación de poderosas élites como negocios lucrativos, el gobierno, la iglesia, la educación u otros aparatos de control ideológico” (Hayes, 1999, p. 18).

Precisamente, las artes pueden ser utilizadas en el ambiente educativo como una manera en la que el individuo se integre a una sociedad en la que su propia narrativa forme parte de la historia. Aunque en la currícula escolar, especialmente a partir del nivel primaria en México, las artes no conforman una parte esencial de ésta a pesar de que se conocen los múltiples beneficios y la importancia de la educación artística en la formación integral de los educandos.

#### *Teorías contemporáneas/ Perspectivas actuales (una propuesta)*

Muiños de Britos (2010), en *Educación artística, cultura y ciudadanía* hace una interesante y profunda reflexión sobre la función del arte en la época contemporánea:

*Es el arte el que ha mundializado el mundo, el que no ha reconocido límites, el que ha promovido y practicado el diálogo intercultural, el que reconoce al otro desde la igualdad de su humanidad y desde su diferencia cultural, el que promueve identidad en contextos multiculturales. Es el arte el que irrumpe en el espacio público como derecho humano y habilita construcción de ciudadanía. Las prácticas artísticas se constituyen en prácticas políticas, en la vida cotidiana, en la gran aldea global. Es este arte contemporáneo omnipresente el que, rompiendo los límites, permanece en las fronteras. Es este arte*

*contemporáneo el que nutre y se nutre de la realidad de su tiempo, el que se cuele por los intersticios limítrofes para asegurar la apertura de la frontera habitada (p. 12).*

Diversas culturas tienen en común la producción y la puesta en escena de las manifestaciones artísticas que las representan, otorgándole a su población una identidad propia para que puedan ser reconocidas y valoradas por el resto del mundo; logrando transmitir a través de éstas los elementos más esenciales que las conforman pero también aquellos que son compartidos por otros.

Las artes han “mundializado al mundo” puesto que la vida de las personas se refleja en ellas, así como sus creencias, ideologías, ritos, cultos, sistemas políticos, etc. Los artistas provienen de diversos contextos y son conscientes del momento cultural en el que se encuentran inmersos; por lo que son representantes de sus comunidades las cuales trascienden las fronteras geográficas e ideológicas para darse a conocer. Son las personas “que asumieron el arte como una manera digna de existir [...] [los que] hacen visibles los deseos, emociones e imaginarios colectivos, y nos han permitido avanzar en la consolidación de un banco de proyectos y experiencias significativas de educación artística” (OEI, 2009, p. 9).

Las manifestaciones de la imaginación y la creatividad de las personas son reconocidas como las más bellas expresiones del ser humano. Desde la época clásica, el arte, especialmente la música, ha sido parte de la formación integral de los niños y jóvenes puesto que en ellas se encuentra la manera de mantener un equilibrio entre la corporalidad, la mentalidad y la espiritualidad de todo individuo. Por estas razones, no es sorprendente que la educación artística se haya retomado en las tendencias educativas actuales como una manera de fomentar valores; construir ciudadanía; fortalecer la autoestima; fomentar la paz y la inclusión social.

Sin embargo, en este contexto, es importante reconocer los diferentes tipos de transformaciones que se han generado en los últimos años, especialmente el veloz desarrollo tecnológico el cual tienen un impacto significativo en cómo percibimos y construimos las relaciones sociales, así como las nuevas sensibilidades estéticas. Por ende, la educación artística debe ser reconceptualizada.

Las imágenes que el estudiante recibe en la actualidad son a través de diversos medios: los videojuegos, la televisión, las redes sociales, por lo que tener en mente estos cambios al momento de replantear el currículo escolar es esencial.

*Necesitamos una educación artística más sensible a las culturas juveniles, a sus formas de vida, intereses y necesidades. Menos reducida al ámbito de la escuela y más socializada con las realidades que existen fuera del ámbito escolar, capaz de reflejar de un modo más auténtico las interrelaciones que existen entre las artes, sus diversos contextos culturales y ámbitos de existencia: producción artística, lectura crítica, apreciación estética, gestión cultural, entre otros. Es necesaria una educación artística más sensible al conocimiento y las necesidades del cuerpo, que no lo niegue, sino más bien que descubra sus potencialidades y valore su rol fundamental como soporte de la experiencia estética. Más comprometida ética y estéticamente con los derechos humanos, así como también más vigilante con los problemas y requerimientos ecológicos. Más atenta a las diversas formas de expresión artística, los diseños y las artesanías, por cuanto cada día parecieran ser menores los límites que se pueden establecer entre estos ámbitos de la creación humana. De hecho, en nuestro continente, las artes junto a las artesanías y sus diseños han constituido una expresión artística fundamental, que da cuenta de distintas formas de vida desde la época precolombina (UNESCO, 2001).*

La educación artística ya no es sólo una asignatura en que se sigue un modelo, ya sea imitar una obra (plástica, musical, teatral, etc.) sino de ser creativo y de observar lo que ocurre a nuestro alrededor y, por medio de las artes, manifestar nuestro sentir respecto a los diversos problemas a los que se enfrenta la humanidad.

Si bien se enuncia en el texto anterior, considerar situaciones a las que se enfrenta el planeta, como lo es el deterioro ambiental, debería ser parte fundamental de la enseñanza de las artes. Asimismo, observar desde una perspectiva artística la condición de los derechos humanos en la actualidad. Concebir el cuerpo humano como un medio para transmitir sentimientos que impulsen el actuar reflexivo de la persona.

Además de esto, dentro de los currículos escolares formales, conjuntamente con la educación no formal e informal, es importante conocer lo que los estudiantes experimentan diariamente la realidad a través de los medios de comunicación, así como en las diferentes actividades que realizan tanto en la escuela, como en la calle, o en el hogar. Es necesario permitirle al estudiante expresar sus experiencias. Se les puede hablar de historia del arte, de las diferentes técnicas, pero es también importante fomentar el autoestima para que crea en sus capacidades y empiece a crear; crear para crear.

El docente debe reconocer sus opiniones y maneras de expresarlas, así como fungir de guía. Plantearle situaciones que retén al estudiante para que este reflexione y encuentre soluciones que permitan generar un bien para



todos. Puesto que la manera en la que observamos al mundo está en directa relación con lo que nos rodea, lo que para el estudiante es conocido va a ser su referente para atreverse a ser creativo. No obstante, cómo percibimos el mundo no es sólo una cuestión de biología o historia personal, sino una construcción cultural, la cual está en constante cambio (Giraldes y Pimentel, 2010, p.60).

Dentro del campo artístico, el cine fue uno de los primeros avances tecnológicos. Antes, el teatro y la pintura habían sido los principales reflejos de la sociedad. Por medio de ellos se discutían y analizaban los diversos conflictos de la época. Una vez que el cine se consideró un arte, surgió la posibilidad de conocer diferentes situaciones de vida, lugares, personas, culturas. El séptimo arte se posicionó como “uno de los protagonistas fundamentales en la conformación de nuevas formas de imaginar, de conocer y de pensar el mundo” (Giraldes y Pimentel, 2010, p. 61).

Es así como se transforma la manera de observar nuestro entorno y cómo se generan nuevas perspectivas, en este caso, relacionadas con la educación artística. Hoy en día los estudiantes tienen la oportunidad de conocer mejor el mundo que los rodea por medio de la ciencia y la tecnología. El Internet es una puerta al mundo, que si bien ha generado sedentarismo, adicción y restringido el espacio del juego (al igual que la televisión), es un medio para acceder a una gran cantidad de información que nos permite conocer mejor el mundo en el que vivimos.

Lamentablemente los jóvenes muchas veces olvidan el sentido original de este medio de información, lo que conlleva a la pérdida de experiencias sensibles puesto que la mayor parte de día lo utilizan para *chatear* con amigos, subir imágenes y expresarse en las redes sociales. Por ello, es necesario crear estrategias que inviten a los estudiantes a utilizar la tecnología como una herramienta que les permita incrementar su conocimiento sobre su comunidad, que les genere curiosidad sobre aspectos significativos de la vida.

El Internet ha logrado que la distancia se vuelva imperceptible. Las personas están sobrecargadas de información debido a las redes sociales y el correo electrónico. A través de los teléfonos celulares es posible acceder a todo tipo de información. En la actualidad, gran parte de nuestra interacción con el mundo, involucra algún aparato tecnológico: computadora, Tablet, celular, televisión, etc. A pesar de que esto no pareciera tener relación con el arte, estos dos aspectos de la vida cotidiana están estrechamente vinculados.

Hay artistas que se inspiran en la tecnología y la usan como medio de expresión, la tecnología cuenta con diseños innovadores y artísticos, por lo que hoy en día diversas carreras relacionadas con los avances tecnológicos requieren de egresados llenos de creatividad en este mundo tan cambiante.

Pero además de esto, la fotografía y el video han sido medios ideales para mostrar las realidades del mundo que nos rodean. Por medio de su lente, fotógrafos y cineastas son capaces de hacernos cuestionar el mundo que nos rodea, puesto que captan imágenes que causan diferentes impresiones en sus espectadores. Estos lenguajes artísticos ya forman parte de muchos planes educativos en Latinoamérica, ya que las imágenes son una forma ideal de acercarse a todo tipo de poblaciones.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En resumen, las teorías y perspectivas actuales de la educación artística deben de incluir los diversos lenguajes artísticos que se han desarrollado a lo largo de los últimos siglos, como lo son la fotografía, el cine, los documentales y videos. Por medio de estos también es posible promover las demás expresiones artísticas como la danza, el teatro, las artes plásticas y la música. Además de que a los estudiantes se les debe proporcionar un abanico de opciones amplio para que conozcan diversos medios de expresión. Podemos añadir las reflexiones de Sierra sobre la introducción en el aula de los medios audiovisuales como fundamentales para el desarrollo de una nueva educación que permite la comprensión estética de los medios de comunicación, principalmente del cine pero actualmente extendido a la televisión, juegos de video, internet, etc. (Sierra, 2000).

### *Conclusiones*

La relación de la educación artística con la transformación social es un campo de estudio relativamente nuevo, pero factible; por ende, es de vital importancia -al menos en este ámbito- cambiar el paradigma que lo acompaña, actualizarlo; lo que implica dejar de ver las artes como una mera forma de entretenimiento o de distracción. Por el contrario, debemos de conceder la oportunidad de cambiar el pensar, el actuar y el sentir de los individuos para alcanzar una sociedad transformadora.

### *Recomendaciones*

La producción artística es un medio a través del cual los estudiantes tienen la oportunidad de plasmar lo que les inquieta, sobre las condiciones que se viven en la actualidad. En este ámbito, el papel del docente es de suma importancia, ya que él o ella puede estimular a los niños y jóvenes a imaginar, y a realizar sus propias creaciones

artísticas con las que representen el mundo en el que les gustaría vivir, así como sus propuestas para que éste sea transformado. Por lo mismo, creemos que sería sumamente enriquecedor que las visitas a lugares en los que se encuentran las obras de artistas que manifiestan su sentir consigo mismos, y su lectura crítica de la realidad, sean integradas dentro de la planeación de las actividades escolares.

Los profesores -así como otros actores encargados de la educación de niños y jóvenes- tienen el deber de informar a los educandos, a la par de favorecer un ambiente adecuado donde impere el respeto, la diversidad, la democracia, entre otras cualidades esenciales para que el grupo pueda comprender que podemos contribuir en la construcción de la “realidad”.

Además se necesita que las autoridades reconozcan la importancia de crear espacios para contribuir a la cultura y el arte. Desde nuestra perspectiva no sólo implica reconocer y que quede plasmado en el papel, sino, se necesitan acciones concretas y de impacto. El campo de acción es amplio, se requieren proyectos de danza, pintura, artes plásticas, poesía, literatura, música, entre muchas otras.

Es fundamental proporcionar recursos suficientes y de calidad necesarios en las aulas para impartir las asignaturas relacionadas con el arte. Entre otras cosas, exigir a las autoridades que estos espacios (escolares y públicos) crezcan de manera cuantitativa, esto para dar más cobertura al público y estudiantes interesados; con ello, evitar la privatización del arte exclusivamente a unos cuantos que muestren las habilidades y que cuenten con el dinero para pagar por ello, por el contrario se busca dar oportunidad de acceso a todos los interesados.

### Referencias

- Aliakbari, M. y Faraji, E. (2011). “Basic Principles of Critical Pedagogy”. *2nd International Conference on Humanities, Historical and Social Sciences IPEDR*, vol.17.Singapore: IACSIT Press.
- Castellanos, G. (2010). *Patrimonio cultural: Integración y desarrollo en América Latina*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Fernández, A. (2002). "La educación artística y musical en México. Incompleta, elitista y excluyente". *Cuadernos Interamericanos de Investigación en Educación Musical*, 2, 87-100.
- Giráldez, A. y Pimentel, L. (coord.)(2010). *Educación artística, cultura y ciudadanía: De la teoría a la práctica*. Madrid: OEI.
- Hayes, S. (1999). Embracing a Critical Pedagogy in Art Education. *Art Education*, Vol. 52, No. 5, pp. 18-24, *What is Taught? What is Learned? How Do We Know*.
- Jamail, D. (2009). “Art as Resistance” en *Truthout*, septiembre 6 de 2001, [en línea].
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2006). “Conferencia Mundial sobre Educación artística, Lisboa; Portugal, de 6 a 9 de marzo 2006”. Disponible en: [http://portal.unesco.org/culture/es/ev.php-URL\\_ID=31381&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/culture/es/ev.php-URL_ID=31381&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html).
- Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) (2009). *Construyendo ciudadanía: dieciséis experiencias colombianas*. Colombia: OEI.
- Sierra, F. (2000). *Introducción a la teoría de la comunicación educativa*. Sevilla: MAD.
- UNESCO (2001). Métodos, contenidos y enseñanza de las artes en Latinoamérica y el Caribe. *Conferencia regional sobre educación artística en América Latina y el Caribe*. Uberaba, Brasil.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2006). Road map for art education. *The World Conference on Arts Education: Building Creative Capacities for the 21st Century* .Lisbon, 6-9 March 2006.
- Upitis, R. (2011). *Arts education for the development of the whole child*. Elementary Teacher’s Federation of Ontario.
- VIVA (2005). *Cultura y transformación social*. Costa Rica: VIVA Trust.

# INFECCIONES INTRAHOSPITALARIAS ASOCIADA A FLORA MICROBIANA AISLADA EN MANOS DE PERSONAL SANITARIO EN UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

M.C.P. Flor de María Lugo Miranda<sup>1</sup>, Dra. en C. Ed. Margarita Marina Hernández González<sup>2</sup>.

**Resumen—** Objetivo: Determinar la incidencia de infecciones intrahospitalarias asociada a la flora microbiana de manos del personal. Material y método: Se estudió a pacientes de la unidad de cuidados intensivos en un periodo de seis meses, los casos de infecciones intrahospitalarias se confirmaron con los criterios de la NOM 045 y RHOVE, se obtuvieron muestras de manos del personal. Se determinó RR para establecer la asociación. Resultados: De 70 pacientes, 15.7 % desarrollo infección intrahospitalaria, con una densidad de incidencia de 0.02/día de observación. De las manos del personal sanitario, de 36 se obtuvo desarrollo bacteriano, y 10 pacientes en contacto desarrollaron infección intrahospitalaria, del personal restante, en 34 no se obtuvo desarrollo, un paciente en contacto desarrolló infección intrahospitalaria. El valor obtenido del RR fue de 13.2, por lo que existe asociación. Conclusiones: la higiene de manos sigue siendo la base para la reducción de infecciones intrahospitalarias y sus complicaciones.

**Palabras clave—**infecciones intrahospitalarias, personal sanitario, transmisión cruzada.

## Introducción

Las infecciones asociadas a atención a la salud (IAAS), son una condición localizada o generalizada resultante de la reacción adversa a la presencia de un agente infeccioso o su toxina, que no estaba presente o en periodo de incubación en el momento del ingreso del paciente al hospital y que puede manifestarse incluso después de su egreso. (NOM-045-SSA2-2005 y manual RHOVE 2015) son el evento adverso más frecuente durante la prestación de atención sanitaria.

En la historia de las infecciones nosocomiales destaca el estudio clásico de Semmelweis de fiebre puerperal en un Hospital de Viena a mediados del siglo XIX, Semmelweis notó que los recién nacidos y sus madres atendidos por los estudiantes de medicina procedentes de la sala de autopsia, tenían mayor porcentaje de infecciones que las madres atendidas por parteras. (Miranda CM et al, 2008) Fue hasta principios del siglo XX cuando se empezaron a implementar diferentes intervenciones para disminuir las infecciones nosocomiales. (Bustos MJ et al, 2006) El control de las infecciones nosocomiales queda formalmente establecido en los Estados Unidos en la década de los 1950 durante un brote de infección por *Staphylococcus aureus* en neonatos hospitalizados. (Augello DS et al, 2015)

En México, el control de infecciones nosocomiales se formaliza a partir del programa establecido en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) que se extiende a los otros institutos nacionales de salud y desde donde surge la Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE), este sistema de vigilancia centinela se estableció formalmente en 1997. El diagnóstico y los procedimientos terapéuticos pueden aumentar el riesgo de adquirir una IAAS, los dispositivos para procedimientos invasivos, todos alteran los mecanismos de defensa naturales del paciente y constituyen una puerta de entrada evidente para una infección.

En un metanálisis realizado en el 2011 de países en desarrollo, reporta una prevalencia de infecciones asociadas a la atención de la salud de 15.5 por 100 pacientes y en unidades de cuidados intensivos de adultos fue de 47.9 por cada 1000 pacientes-días, al menos tres veces más altas que las densidades reportadas de los EE.UU, la infección del sitio quirúrgico fue la infección líder en hospitales con una incidencia acumulada 5.6 por 100 procedimientos quirúrgicos, notablemente más alto que las proporciones registradas en los países desarrollados. Con respecto a la microbiología asociada, los bacilos gramnegativos representan los aislamientos nosocomiales más comunes. (Allegranzi B et al, 2011)

En México, entre 1997 y 2002, la tasa de IN creció de 1 a 4.5 casos por cada 100 egresos hospitalarios y actualmente Samuel Ponce de León estima que el promedio podría encontrarse en alrededor del 15%, y calcula que si el total de pacientes internados es de cuatro millones al año aproximadamente 600,000 adquieren una infección cada año. Alrededor de 30 muertes por 100 000 habitantes en México pueden atribuirse a infecciones hospitalarias, lo que las colocaría como la cuarta causa de muerte en el país. Se ha reportado que el costo promedio por episodio de infección nosocomial es de US\$8,990 (Ponce de León SP et al 2000)

<sup>1</sup> M.C.P. Flor de María Lugo Miranda es residente de la especialidad en Salud Pública Profesor en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México. medmahsp@gmail.com

<sup>2</sup> Dra. en C. Ed. Margarita Marina Hernández González es Profesora de tiempo completo Profesor en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México. marhg53@hotmail.com

Las infecciones intrahospitalarias están condicionadas por tres factores: el agente etiológico, la transmisión y el huésped. Por parte del individuo, la evolución del proceso infeccioso está determinada por la resistencia, el estado nutricional, el estrés, la edad, el sexo, días de internación y la patología de base a la cual se debe su internación. Mientras que por parte del agente influyen características como la infectividad, y la virulencia. El personal encargado de los pacientes ha sido identificado como reservorio y vector de brotes de infecciones intrahospitalarias, es así que, acciones rutinarias de los mismos como: la técnica y la vigilancia sobre los procedimientos que se lleva a cabo sobre el paciente, sobre terapia farmacológica, y en general técnicas de asepsia y antisepsia en todo procedimiento son factores clave para el desarrollo o no de las infecciones.(Perez ML et al,2010)

El contacto es el modo de transmisión de IAAS más importante y frecuente; la transmisión por contacto directo, como su nombre lo indica, implica contacto directo entre superficie corporal y superficie corporal, así como la transferencia física de microorganismos entre un huésped susceptible y una persona infectada o colonizada. La transmisión por contacto indirecto involucra el contacto entre un huésped susceptible y un objeto intermedio.

Los patógenos asociados a infecciones intrahospitalarias pueden proceder de fuentes exógenas o endógenas, la contaminación exógena es causada por el movimiento de microorganismos desde fuentes externas, como la flora normal residente en las manos y la piel del personal de la salud, el instrumental biomédico contaminado y el medio ambiente hospitalario.

Pocos estudios examinan la colonización de las manos de los trabajadores de la salud fuera del contexto de una infección declarada (colonización se refiere a la transmisión temporaria de microorganismos de la superficie corporal humana sin invasión de los tejidos ni reacción fisiológica). (Daniels IR, Rees BI, 1999 y , Noguera M, et al 2001). El rastreo de cepas bacterianas potencialmente patógenas en las manos de los trabajadores de salud indica que el reverso ungular constituye uno de los sitios donde esas cepas pueden permanecer más tiempo y donde son más difíciles de remover; aún luego de un lavado de manos exhaustivo. (Hedderwick SA, et al 2000, McNeil SA, et al, 2001)

Un estudio enfocado en los recuentos microbianos en las manos de dermatólogos, médicos oncólogos y enfermeras encontró colonización y resistencia de estafilococos coagulasa positivos, difteroides y especies gramnegativas. Las enfermeras estaban colonizadas con gérmenes más resistentes y el personal médico presentaba más patógenos potenciales que el personal no médico del mismo centro. (Baker K, Katz B, 2006)

En un estudio de microorganismos presentes en el reverso de las uñas de trabajadores de la salud se en el 48% bacterias Gram positivas, Gram negativas e incluso levaduras, la mayoría de los aislamientos correspondieron a *Staphylococcus*, cepas de *S. aureus* y a especies coagulasa negativa, *Enterococcus faecalis*, entre las bacterias aisladas más frecuente en forma de bacilos fue *Corinebacterium xerosis* y cepas de *Cándida*. (Hernández CF et al,2003)

Un desafío importante en seguridad del paciente, es lograr que la correcta higiene de manos se adopte como un hábito en el personal de salud para mejorar la seguridad de los pacientes. (Dirección General de Calidad y Educación en Salud, 2013)

Muchas medidas de prevención y control de las infecciones, como la higiene de las manos, son simples, baratas y eficaces, aunque requieren una mayor responsabilidad y un cambio de conducta por parte del personal.

Las principales soluciones y medidas de mejora que se han identificado mediante el programa de la OMS «Una atención limpia es una atención más segura» (Palomar M, et al, 2010 y Umscheid CA et al, 20011)

## **Descripción del Método**

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

Se realizó un estudio transversal, analítico, observacional y prospectivo, se estudió a los pacientes de la unidad de cuidados intensivos en un periodo de seis meses, una vez diagnosticados los casos de infección intrahospitalaria de acuerdo a los criterios de la NOM 045 y “formato de estudio de caso de infecciones asociadas a atención a la salud” del manual de lineamientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica hospitalaria de la RHOVE publicado por la Dirección general de Epidemiología 2015, se les tomo muestras para identificar el agente patógeno asociado, al personal en contacto con cada paciente se les tomo muestras de la superficie de manos, lo que permitió establecer la asociación por medio de riesgo relativo (RR). El formato para recopilar la información fue llenado por datos proporcionados por el paciente y/o por su familiar en casos en que el paciente no se encontraba en condiciones para contestar, además se recurrió al expediente clínico, con respecto a la flora microbiana aislada en manos del

personal sanitario la muestra se tomó por personal de prevención de infecciones con uso de hisopos que utiliza caldo Lethen listos para su uso (The 3M™ Quick Swab), y procesados por el laboratorio de bacteriología de la unidad.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

De los 70 pacientes que ingresaron a la unidad de terapia intensiva del Centro Médico Ecatepec 15.7 % desarrollo algún tipo de infección intrahospitalaria, cifra que corresponde con lo reportado para esta área de atención a nivel nacional. La frecuencia con la que se presentaron las infecciones intrahospitalarias a través de la determinación de la densidad de incidencia fue de 0.02/día de observación.

Del total del personal sanitario que estuvo en contacto con los pacientes en 36 se desarrolló flora microbiana en las muestras obtenidas de la superficie de las manos y únicamente 10 pacientes cursaron con infección intrahospitalaria, por el contrario en las 34 muestras restantes no se existió desarrollo bacteriano, y únicamente uno de los pacientes desarrollo infección intrahospitalaria. Al calcular con estos datos el RR se obtuvo un valor de 13.2 por lo que se puede concluir que existe asociación entre la incidencia e infecciones intrahospitalarias y la presencia de flora microbiana en manos de personal sanitario.

El tipo de infección intrahospitalaria con mayor incidencia fue la neumonía, seguida de bacteriemia, correspondiéndole a los grupos de edad de 41-45 y 51- 55 años, respectivamente. La incidencia de este tipo de infecciones fue mayor en los hombres con un razón hombre: mujer 2:1.6. y con respecto al tipo de infección la de mayor incidencia en mujeres fue la neumonía y en hombres la bacteriemia.

Los microorganismos patógenos encontrados con mayor frecuencia en las muestras obtenidas de los pacientes con diagnóstico de infección intrahospitalaria fueron las bacterias Gram(-) con una razón 2:1.3.

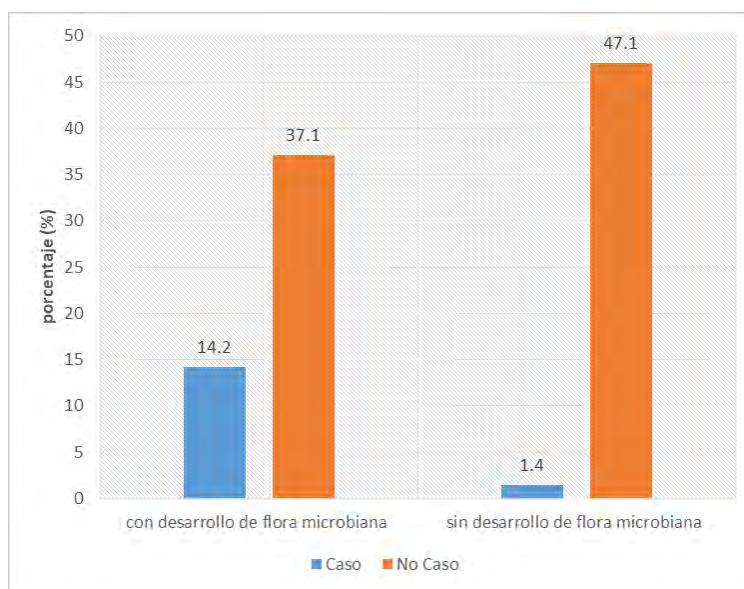


Gráfico No.1. Incidencia de Infecciones intrahospitalarias asociada a flora microbiana aislada en manos del personal sanitario

### Conclusiones

Las infecciones asociadas a la atención en salud son un problema constante y creciente de salud pública, su trascendencia radica en el desafío que representan para las instituciones de salud, así como para los médicos que tratan a estos pacientes ya que entorpecen la evolución y comprometen el pronóstico aumentando el riesgo de mortalidad y con el reflejo en el alto costo asociado a estos eventos adversos.

Considerando que las infecciones intrahospitalarias exógenas se asocian con la atención que reciben los pacientes hospitalizados a través del personal sanitario y que los microorganismos causantes pueden transmitirse principalmente a través de sus manos cuando no existe una adecuada higiene, es importante fortalecer el apego a las buenas prácticas clínicas enfatizando las estrategias de prevención que incidan en seguridad del paciente como establece la normatividad.

### *Recomendaciones*

no obstante que la práctica de higiene de manos sea la medida más conocida, efectiva y barata para la prevención de infecciones asociadas a atención a la salud, es también la medida más difícil de implementar y mantener dentro de cualquier centro de atención a la salud en cualquier nivel de atención, por lo que es importante continuar con una constante investigación en esta área es relevante debido que aporte conocimientos sobre los factores de riesgo, los microorganismos asociados y los medios de trasmisión, y permita tomar medidas de prevención y control frente al problema, con datos estandarizados actualizados constantemente con información real, actual y local y sustentar y/o fortalecer la estructuración de programas de formación del personal de salud que permitan incidir en la mejora de la calidad de la atención al paciente y en su seguridad.

### **Referencias**

- Augello DS, et al. Infecciones nosocomiales en el postoperatorio neuroquirúrgico. ccm [Internet]. 2015 Sep [citado 2016 Abril 16]; 19(3): 453-464. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1560-43812015000300007&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812015000300007&lng=es).
- Allegranzi B, et al. Carga de la infección endémica asociada con el cuidado de la salud en los países en desarrollo: revisión sistemática y meta-análisis. Lancet. 2011; 377 (9761): 228-41. doi: 10.1016 / S0140-6736 (10) 61458-4.
- Baker K, Katz B. Microbial Colonization of the Hands of Residents: Clinical Pediatrics. 2006; 45(4):341-345
- Dirección general de epidemiología [internet]. Manual de procedimientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica hospitalaria. Mexico; 2015 [citado 2016 Abril 16]. Disponible en :<http://www.epidemiologia.salud.gob.mx>.
- Daniels IR, Rees BI. Hand washing simple, but effective. Ann R Coll Surg Engl 1999;81:117-118
- Dirección General de Calidad y Educación en Salud [internet]. Resultados del “Cuestionario de conocimientos y percepción de higiene de manos” dirigido al personal de salud. México; 2013 [citado 2016 Abril 16]. Disponible en: <http://www.calidad.salud.gob.mx>.
- Hedderwick SA, et al.. Pathogenic organisms associated with artificial fingernails worn by healthcare workers. Infect Control Hosp Epidemiol 2000;21: 505-509.
- Hernández CF, et al. Microorganismos presentes en el reverso de las uñas de trabajadores de la salud, Hospital Max Peralta, Cartago, Costa Rica. Costarric. cienc. méd. 2003;24(1-2):45-51
- Miranda CM, et al. Semmelweis y su aporte científico a la medicina: Un lavado de manos salva vidas. Rev. chil. infectol. 2008; 25( 1 ): 54-57.
- McNeil SA, et al. Effect of hand cleaning with antimicrobial soap or alcohol-based gel on microbial colonization of artificial fingernails worn by health care workers. Clin Infec Dis. 2001 ;32: 367 -372.
- Nogueras M, et al. Importance of hand germ contamination in health care workers as possible carriers of nosocomial infections. Rev Inst Med Trop Sao Paulo 2001; 43:149-151
- NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SSA2-2005, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales. Palomar M, et al. Prevención de la infección nosocomial en pacientes críticos. Med. Intensiva. 2010;34(8):523-533.
- Perez ML, et al Infecciones Intrahospitalarias: Agentes, Manejo Actual y Prevención. Rev Cient Cienc Méd. 2010 Dic 13 ( 2 ): 90-94.
- Ponce de Leon SP, et al. Prevalence of infections in intensive care units in Mexico: a multicenter study. Crit Care Med 2000; 28: 1316-2.
- Umscheid CA, et al. Estimating the proportion of healthcare-associated infections that are reasonably preventable and the related mortality and costs. Infect Control Hosp Epidemiol. 2011;32:101-14.



# GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO EN EMPRESA FERROELÉCTRICA COMO FACTOR ESTRATEGICO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD

Lic. Karina Luna Gómez<sup>1</sup>, M.A. Kathy Laura Vargas Matamoros<sup>2</sup> y M.A. Rosa Cortes Aguirre<sup>3</sup>

**Resumen-** Este trabajo realiza un análisis de las etapas en la gestión del talento humano de una Pyme ferroelectrica en el estado de Tlaxcala, a fin de crear un sistema que permita contar con procesos adecuados de reclutamiento, selección, capacitación y desarrollo, así como de retribución y rotación, que se adapten a las necesidades de la organización y que permitan incrementar la productividad, clave para impulsar el crecimiento económico; la metodología que se eligió para el presente estudio fue cuantitativa, ya que mediante el cuestionario, herramienta establecida para la recolección de datos, se llevó a cabo la prueba piloto, y con base en la medición numérica y el análisis estadístico se determinó los siguientes patrones de comportamiento, el 37% está de acuerdo con su proceso de formación, 49% con su retribución y 19% con la rotación; lo que apunta a la falta de un sistema eficiente en los procesos antes mencionados.

**Palabras clave:** Talento humano, sistema, productividad, Pyme.

## Introducción

El desarrollo de talentos en el ámbito empresarial ya no es una novedad, sin embargo, aún existen áreas de oportunidad al respecto, principalmente en las Pymes. Para cualquier organización, la gestión del recurso humano es muy importante, debido a que los colaboradores son quienes hacen posibles los procesos productivos, así como todas las actividades relacionadas a ellos; por lo que resulta primordial centrar gran parte de los esfuerzos en su reclutamiento y selección, capacitación y desarrollo, rotación y retribución, principalmente. Sin embargo, las Pymes aún tiene problemas para contratar al personal adecuado, mantener una buena comunicación entre su equipo de trabajo, satisfacer las necesidades de capacitación y formación de sus colaboradores, provocando baja productividad.

El presente artículo se desprende de la investigación desarrollada por los autores como requisito para optar al título de Maestría en Ingeniería Administrativa, en el Instituto Tecnológico de Apizaco, proporcionando el análisis de la prueba piloto realizada en una Pyme ferroelectrica a fin de identificar patrones de comportamiento que permitan crear un sistema de procesos eficientes en el desarrollo del talento humano.

## Descripción del Método

De acuerdo con el objetivo de proponer un sistema de gestión de talento humano con el fin de generar acciones que conlleven a la mejora de los indicadores de productividad de la empresa, se eligió un estudio cuantitativo, ya que este método usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Sampieri, et al, 2010).

Debido a que se busca conocer la relación que hay entre el desarrollo del talento humano y la productividad, es que la investigación tiene un alcance correlacional, cuyo propósito es conocer el grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular (Sampieri et al, 2010). Por lo tanto, se determinará la correlación entre las variables independientes, que en este caso son, selección y reclutamiento, remuneración, capacitación y desarrollo de carrera del personal, con la variable dependiente que es productividad.

Además es de tipo trasversal pues se centra en determinar la relación entre un conjunto de variables en un momento específico, cabe mencionar que dichas variables no serán manipuladas deliberadamente, sólo se observará y analizará el fenómeno tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad, por lo que se puede decir que la investigación es determinada como no experimental (Sampieri et al, 2010).

Así mismo, se determina como una investigación descriptiva ya que su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Según Sampieri et al (2010) los

---

<sup>1</sup> Lic. Karina Luna Gómez, estudiante de Maestría en Ingeniería Administrativa en la División de Estudios de Posgrado e investigación del Instituto Tecnológico de Apizaco, Av. Instituto Tecnológico S/N, A.P. 19 C.P 90300 Apizaco, Tlaxcala, [kary\\_1g5@yahoo.com.mx](mailto:kary_1g5@yahoo.com.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> M.A. Kathy Laura Vargas Matamoros es Profesora del Instituto Tecnológico de Apizaco en la División de Estudios de Posgrado e investigación. [posgradovargas@hotmail.com](mailto:posgradovargas@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.A Rosa Cortes Aguirre es Profesora del Instituto Tecnológico de Apizaco en la División de Estudios de Posgrado e investigación. [licda\\_rosa@yahoo.com.mx](mailto:licda_rosa@yahoo.com.mx)

diseños transversales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población, estudios puramente descriptivos.

#### *Población y selección de la muestra*

La población de la cual se determinará una muestra proporcional y se aplicará el análisis estadístico a los datos recogidos, a través de cuestionarios, está plenamente identificada, siendo la Pyme donde se llevará a cabo la presente investigación.

Como se mencionó anteriormente las unidades de análisis para esta investigación han sido identificadas y se tomará como población al personal de una de las 4 sucursales de la empresa, la cuales están integrada por: (1) dueño o gerente, (1) subgerente, (4) encargado de sucursal, (2) administrativo y (37) colaboradores en área operativa. Siendo un total de 45 colaboradores, cabe hacer mención que sólo una persona es la que toma las decisiones en cuanto al manejo del talento humano, siendo el dueño la persona con poder de decisión trascendente para la organización.

Para Sampieri et al (2010) la muestra no probabilística o dirigida es el subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación. Por lo anterior la muestra será igual al total de la población, puesto que en forma absoluta el total de elementos de la población es relativamente pequeño. Conformada por las siguientes áreas: gerencia, encargado del área de ventas, caja, almacén y área operativa, correspondiente al 100% de la población.

#### *Instrumento.*

El cuestionario sirve de enlace entre los objetos de la investigación y la realidad estudiada, cuya finalidad es obtener información para dar solución al problema detectado. Para tal fin se diseñó dos cuestionarios con preguntas de opción múltiple y de escala Likert, que consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes (Sampieri et al., 2010). El primer cuestionario está dirigido a la parte directiva que tiene poder en la toma de decisiones sobre el personal y otro para la parte operativa. El primero está estructurado con 23 y el segundo consta de 21 preguntas; éstas son de tipo cerrado con el propósito medir las variables de reclutamiento, selección, capacitación y desarrollo del personal, obteniendo información clara, concisa, y oportuna.

Se realiza una prueba piloto para validar el instrumento y consiste en administrar el instrumento a una pequeña muestra para probar su pertinencia y eficacia, así como las condiciones de la aplicación y los procedimientos involucrados (Sampieri et al., 2010), para lo cual se seleccionaron a 15 personas con criterio analítico, quienes además de contestar las preguntas, formulan críticas al instrumento, permitiendo con ello mejorar la forma y contenido del mismo, y garantizar que la información recopilada sea objetiva.

#### *Recolección de información*

La recopilación de información fue directamente de los colaboradores de la ferretería, considerando la muestra como el total de la población, puesto que en forma absoluta el total de elementos de la población es relativamente pequeño. Conformada por las siguientes áreas: En el área administrativa el gerente y subgerente y el área operativa, correspondiente al 100% de la población.

Para obtener la información, se aplicaron cuestionarios a los directivos y a 15 colaboradores operativos. Para llevar a cabo la aplicación de los cuestionarios, se concertó una cita con el gerente y el subgerente pues debido a las múltiples tareas que estos realizan, es necesario llevar a cabo esta recolección de información de manera rápida y eficaz. En el caso de los colaboradores operativos, se tuvo la cooperación del gerente para permitir que cada uno tomara un breve momento para contestar el cuestionario

#### *Validez y Confiabilidad*

La validez y confiabilidad del instrumento se le aplicó la técnica "Juicio de expertos" para validar el cuestionario Encuesta de Desarrollo de Talento Humano, es decir su confiabilidad en cuanto a contenido y estructura.

El Instrumento fue examinado por expertos en el área de conocimiento, emitiendo juicios de valor sobre la validación para su concerniente corrección y aplicación.

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados. Con este fin, se utiliza el Alpha de Cronbach que es un cociente que ayuda a calcular el grado de confiabilidad de un instrumento. Sampieri et al (2010) determina que el valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es una escala en la que se obtiene 0.25 en el coeficiente, esto indica baja confiabilidad; si el resultado es 0.50 es media o regular. En cambio, si supera el 0.75 es aceptable, y si es mayor a 0.90 es elevada.



Para el cálculo del alfa de Crombach se emplearon las variantes siguientes:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

Dónde:

$\alpha$ : Alfa de Crombach

K= Número de Items

Vi= Varianza de cada Item

Vt= Varianza del total

Una vez aplicada la prueba piloto a los colaboradores operativos se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0.77, concluyendo que existe una buena relación entre los items establecidos.

En la tabla 1 se puede observar las variables, indicadores y objetivos que integra el primer cuestionario aplicado al personal operativo.

Variable	Indicador	Objetivo
Formación y desarrollo	-Inducción al puesto.	-Ponderación de la empresa a la integración de los nuevos integrantes.
	-Capacitaciones especializadas.	-Calidad en el aprendizaje del colaborador.
Retribución	-Salarios competitivos en el mercado.	-Ajuste en salarios.
	-Importe de horas por jornada.	-Optimizar la retribución variable.
Rotación	-Porcentaje de rotación interna.	-Rotación interna no planeada de personal.
	-Clima organizativo	-Satisfacción de los colaboradores.

Tabla 1. Variables, indicadores y objetivos. Elaboración propia.

### Resultados y discusión

Ahora bien, analizando la información obtenida se puede observar el siguiente comportamiento en:

#### Formación y Desarrollo

El objetivo es identificar el proceso de adaptación con el que cuenta la empresa para los colaboradores de nuevo ingreso a la ferretería, así como grado de importancia que ésta le da. En la gráfica 1 se puede ver los resultados: 37% respondió estar de acuerdo, 36% respondió estar totalmente de acuerdo, un 18% medianamente de acuerdo, el 7% en desacuerdo y el 2% completamente en desacuerdo.

Gráfica 1. Formación y Desarrollo. Elaboración propia.



Aquí se identifica que la ponderación de la empresa a la integración de los nuevos colaboradores es alta, mediante el siguiente porcentaje de aceptación por parte del colaborador, ver gráfica 2, el 50% está totalmente de acuerdo, un 44% está de acuerdo, mientras que el 6% no lo está. Sin embargo, en la gráfica 3 se puede ver que la capacitación especializada no recibe la misma ponderación, ya que el 25% está totalmente de acuerdo y 37% de acuerdo, mientras que el 38% no lo está.

Gráfica 2. Formación. Elaboración propia.



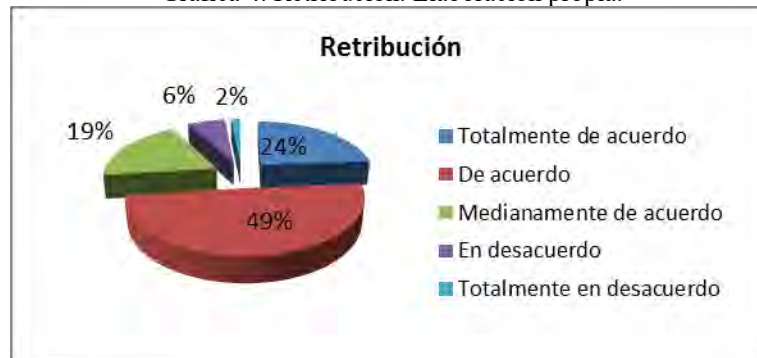
Gráfica 3. Desarrollo. Elaboración propia.



### Retribución

En este rubro el objetivo es identificar la percepción de la compensación que maneja la empresa para los colaboradores de la ferretería, así como grado de importancia que ésta le da. En la gráfica 4 se pueden ver los resultados: 49% respondió estar de acuerdo, 24% respondió estar totalmente de acuerdo, un 19% medianamente de acuerdo, el 6% en desacuerdo y el 2% completamente en desacuerdo.

Gráfica 4. Retribución. Elaboración propia.



Donde se identifica que dos de las preguntas aplicadas obtienen un bajo porcentaje de aceptación por parte del colaborador, con respecto al salario percibido de acuerdo al desempeño, ver gráfica 5, pues el 25% está totalmente de acuerdo, un 37% está de acuerdo, mientras que el 38% no lo está. Así como en la pregunta “el salario que recibo va de acuerdo a las horas de la jornada laboral” se puede ver en la gráfica 6, que el 20% está totalmente de acuerdo y 40% de acuerdo, mientras que el 40% no lo está.

Gráfica 5. Retribución. Elaboración propia.



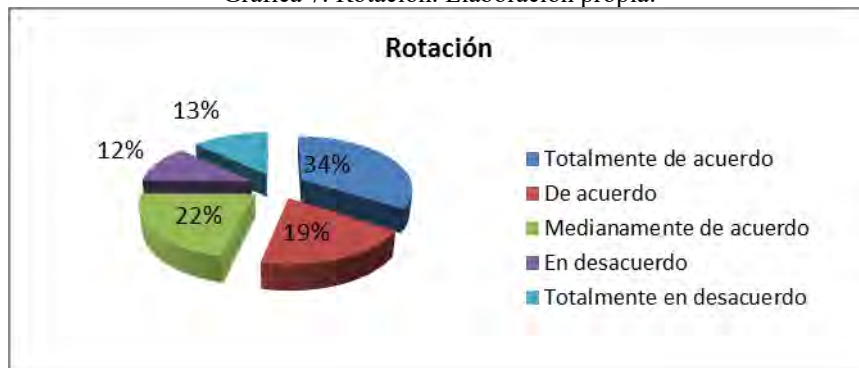
Gráfica 6. Retribución. Elaboración propia.



**Rotación**

En este rubro se pretende identificar la planificación que realiza la empresa con respecto a la rotación de los colaboradores de la ferretería. En la gráfica 7 se pueden ver los resultados: 19% respondió estar de acuerdo, 34% respondió estar totalmente de acuerdo, un 22% medianamente de acuerdo, el 12% en desacuerdo y el 13% completamente en desacuerdo.

Gráfica 7. Rotación. Elaboración propia.



En la gráfica 8 se puede apreciar el porcentaje de rotación planeada por parte de la empresa encontrando un 10% totalmente de acuerdo, un 30% de acuerdo y un 60% que no lo está, lo que permite identificar la falta de planeación en este rubro; así como los porcentajes que se muestran en la gráfica 9, donde el 50% está medianamente de acuerdo con que la rotación de compañeros de puesto o sucursal crea un ambiente de tensión, el 19% está totalmente de acuerdo y otro 19% está de acuerdo, lo que respalda la falta de planeación en cuanto a la rotación.

Gráfica 8. Rotación. Elaboración propia.



Gráfica 9. Rotación. Elaboración propia.



Los resultados apuntan a la premisa de la presente investigación que es la necesidad de implementar un sistema, en el área de recursos humanos, que se adecue a las características de la Pyme, permitiendo mejorar la productividad de ésta, sin olvidar que su crecimiento consecuente debe estar contemplado en el sistema que se implemente.

### Comentarios finales

En la tabla 2 se muestra el resumen de los resultados obtenidos hasta este punto de la investigación.

Variable	Indicador	Resultado
Formación y desarrollo	Proceso de selección.	Falta de proceso de selección de los nuevos integrantes.
	Proceso de e integración.	Poca ponderación de la empresa a la integración de los nuevos integrantes.
Retribución	Importe de horas por jornada	Optimizar la Retribución.
	Salarios competitivos en el mercado.	Necesidad de ajustar salarios
Rotación	Porcentaje de rotación interna.	Falta de rotación interna planeada.
	Clima organizativo.	Incrementar la satisfacción de los colaboradores.

Tabla 2. Resumen de resultados. Elaboración Propia.

### Conclusión

Con la prueba piloto realizada, y con base en la medición numérica y el análisis estadístico se determinó los siguientes patrones de comportamiento, el 37% está de acuerdo con su proceso de formación, 49% con su retribución y 19% con la rotación; lo que apunta a la falta de un sistema eficiente en los procesos antes mencionados.

Así pues, para las Pymes del ramo ferroelectrico, reconocer la importancia de crear un sistema que permita contar con procesos de reclutamiento, selección, contratación, capacitación y desarrollo del personal adecuados que se adapten a las necesidades de la organización, les permitirá mejorar la productividad y volverse más competitivas; esta valoración ayudó a determinar la investigación y la elaboración del artículo, cuyo propósito es analizar la gestión del talento humano en este giro en particular.

### Bibliografía

- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia, Pearson. ISBN: 978-958-699-128-5
- Castillo, R. (2012). Desarrollo del capital humano en las organizaciones. México. Red Tercer Milenio. ISBN: 978-607-733-011-0
- Sampieri, R., Collado, C., Baptista, M., (2010), Metodología de la investigación, México McGraw Hill.
- Campbell, J.P., McCloy, R.A., Oppler, S.H. y Saer, C.E. (1993). A theory of performance. In N. Schmitt, W.C. Borman and Associates, Personnel Selection in Organizations. San Francisco, CA. Jossey-Bass.
- Chiavenato, I. (2000). Administración de recursos humanos. México. McGraw Hill. ISBN: 85-224-2004-1
- Chiavenato, I. (2009). Gestión del Talento Humano. México: McGraw Hill.
- Kaplan, R. (2002) El cuadro de mando integral. Barcelona. Gestión 2000.

# Adherencia terapéutica, nivel de conocimiento y prácticas alternativas en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 con polifarmacia

M.C. Carlos Rafael Luna López<sup>1</sup>, Ph. D. Mario Enrique Arceo Guzmán<sup>2</sup>

**Resumen:** **Objetivo.** Analizar la adherencia terapéutica, el nivel de conocimiento y el uso de prácticas alternativas en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 con polifarmacia que acuden a consulta al Centro Especializado de Atención Primaria a la Salud de Jocotitlán, México. **Resultados:** Se encontró un 68.5% de pacientes con mala adherencia terapéutica, en cuanto al conocimiento sobre diabetes en un 86.8% fue inadecuado y el uso de prácticas alternativas fue positivo solo en 30.3%. **Conclusión.** Los pacientes con una mala adherencia terapéutica presentan un nivel de conocimiento inadecuado sobre la enfermedad. Un porcentaje alto negó el uso de prácticas alternativas y presentaron mala adherencia terapéutica. Por lo cual es necesario continuar con la investigación y el reconocimiento de estas variables, que permita mejorar los programas de educación para diabetes, que mejore el conocimiento de la enfermedad para lograr una buena adherencia al tratamiento y contribuya al uso correcto de prácticas alternativas.

**Palabras clave:** Adherencia terapéutica, conocimiento, prácticas alternativas, diabetes, polifarmacia.

## Introducción

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DMT2) constituye un problema de Salud Pública, todos los estudios epidemiológicos realizados en los últimos años relacionados con la prevalencia de la DMT2 demuestran un importante incremento de ella a nivel mundial durante las últimas décadas. Actualmente figura entre las primeras causas de muerte en México, debido al aumento y envejecimiento de la población. En países ricos la diabetes predomina arriba de los 60 años y en los países en vías de desarrollo entre los 40 y 60 años, el número estimado de adultos con diabetes ha aumentado hasta los 346 millones (8,3% de la población adulta mundial según la Organización Mundial de la Salud)<sup>1</sup>.

La adherencia terapéutica se define también como el grado de seguimiento por parte del paciente de una serie de instrucciones médicas que incluyen, además de un tratamiento farmacológico, algunas medidas generales como lo son algunas indicaciones sobre la dieta, ejercicio físico y autocontrol de peso, entre otras, las cuales son tan importantes como el tratamiento farmacológico<sup>2</sup>. En EEUU menos del 2% de los pacientes diabéticos cumplen con todas las pautas de tratamiento recomendadas por la Asociación Americana de Diabetes, destacándose que en esa población la adherencia al tratamiento hipoglucemiante es de 75%, la adherencia al plan alimentario es de 52% y al ejercicio físico es de 26%. Esta mala adherencia al tratamiento en la DMT2 es la responsable de las complicaciones a largo plazo que esta patología genera<sup>3</sup>. La adherencia al tratamiento a largo plazo de las enfermedades crónicas en los países desarrollados promedia 50%; en los países en desarrollo, las tasas son aun menores<sup>4</sup>. En cuanto a México, no existen cifras claras o una cantidad importante de estudios donde se analice la adherencia terapéutica de los pacientes con diabetes de este país.

El nivel de conocimiento de la enfermedad ha sido ampliamente investigado como otro factor asociado a la adherencia terapéutica o al éxito del tratamiento, por tanto es prudente realizar mediciones para evidenciar la necesidad de una intervención en caso de que no exista, o de mejorar las existentes. Dichos conocimientos son el resultado de educación diabetológica adecuada y adaptada a las necesidades de la población<sup>5</sup>. En la evaluación de conocimientos en pacientes con DMT2, se han empleado varias metodologías para medir el control metabólico; a su vez se conocen diferentes intervenciones educativas, combinando la educación pasiva y activa, de forma individual, o grupal; así como el uso de instrumentos validados a nivel internacional. En México, algunos autores han implementado y validado instrumentos para evaluar el nivel de conocimientos en pacientes con diabetes<sup>6</sup>.

Bustos R, et al<sup>7</sup>, realizó un estudio con el objetivo de identificar conocimientos sobre Diabetes Mellitus con el instrumento DKQ24 en diabéticos tipo 2 del sur de Jalisco, México. Se incluyó a un total de 988 pacientes que acudían a la consulta de una unidad de primer nivel de atención. Los pacientes rurales tuvieron 12.66 respuestas correctas en promedio y los urbanos 13.65. Se concluyó que los individuos tuvieron escasos conocimientos adecuados sobre su enfermedad, con mayor noción en complicaciones crónicas. Los pacientes urbanos presentaron mayor conocimiento en general que los rurales.

<sup>1</sup> M.C. Carlos Rafael Luna López es Médico Residente de la Especialidad en Salud Pública en la Universidad Autónoma del Estado de México. [maxplanck\\_3@hotmail.com](mailto:maxplanck_3@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ph. D. Mario Enrique Arceo Guzmán es Profesor e Investigador de la Facultad de Medicina en la Universidad Autónoma del Estado de México. [marceo2002@gmail.com](mailto:marceo2002@gmail.com)

Los pacientes con diabetes mellitus cada vez más, hacen uso de prácticas alternativas debido a la dificultad en la adhesión a los regímenes terapéuticos y cambios en el estilo de vida. Poco se sabe sobre la prevalencia y los factores que llevan a la utilización de terapias o prácticas alternativas entre los pacientes con diabetes en México. Cuando hablamos de práctica alternativa se debe pensar en éstas, como medicinas alternativas o complementarias. El término medicina alternativa designa de forma amplia los métodos y prácticas usadas en lugar, o como complemento, de los tratamientos médicos convencionales para paliar enfermedades. El alcance preciso de la medicina alternativa es objeto de cierto debate y depende en buena medida de lo que se entienda por “medicina convencional”<sup>8</sup>. Un estudio reciente usando datos del NHIS (Encuesta Nacional de Entrevistas en Salud) mostro que cerca de la mitad de todos los adultos con diabetes son usuarios de una práctica alternativa. Las principales razones para este aumento, en la popularidad de las prácticas alternativas van desde percepción actual de la inadecuación de los tratamientos convencionales hasta el deseo de tener una autonomía en las decisiones del tratamiento<sup>9</sup>.

Derivado de lo anterior se plantea como objetivo del presente estudio analizar la adherencia terapéutica, el nivel de conocimiento y el uso de prácticas alternativas en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 con polifarmacia que acuden a consulta al Centro Especializado de Atención Primaria a la Salud de Jocotitlán, México.

### Descripción del Método

#### *Diseño de Estudio*

Estudio de tipo analítico y transversal. La población del estudio estuvo constituida por 76 pacientes cuya elegibilidad dependió principalmente de la presencia de DMT2 con polifarmacia, que acudían a la consulta durante los meses de Junio a Diciembre de 2016 en la unidad de salud de primer nivel C.E.A.P.S. Jocotitlán “Dr. Adrián Correa Cedillo” del Instituto de Salud del Estado de México y que cumplieran con los criterios de selección.

Para los criterios de inclusión se tomaron a pacientes con: edad mayor a 30 años, ambos géneros, con diagnóstico mayor a un año de evolución de DMT2 con polifarmacia (consumo de más de 3 medicamentos simultáneamente con o sin prescripción), que contaran con expediente clínico completo y actualizado, con disponibilidad para participar, que tuvieran un mínimo 3 consultas en el último año de su atención.

Dentro de los criterios de exclusión para pacientes se tomaron: diagnóstico de Diabetes mellitus tipo 1, con alguna discapacidad mental, diagnóstico de DMT2 sin polifarmacia, con menos de un año de evolución de DMT2, que tuvieran enfermedades terminales, que no aceptaron participar en el estudio, embarazo, insuficiencia renal o que hayan sido hospitalizados en el último mes previo al estudio.

Para la recolección de datos se utilizó una encuesta, construida por 5 partes, tuvo como base 3 cuestionarios para la recolección de datos sobre (adherencia terapéutica, el nivel de conocimientos y el uso de prácticas alternativas), esta se dividió en: I. Ficha de identificación: nombre, número de expediente, edad, género, nivel de escolaridad, ocupación, pertenece o no a un grupo de ayuda mutua. II. Datos generales sobre su diabetes: años de evolución de la diabetes, número de consultas en el último año, realiza los 30 minutos de ejercicio que le han recomendado. (150 minutos semanales). Realiza la dieta que se le ha recomendado (baja en carbohidratos), tipo de medicación para su diabetes y medicamentos que utiliza actualmente para el tratamiento la misma y otros padecimientos. III. Escala MARS. The Medication Adherence Report Scale, (Escala informativa de adherencia a la medicación). Adaptada para pacientes con DMT2. Consta de 30 Ítems. Los ítems se suman para otorgar la calificación de mala o buena adherencia terapéutica. IV. Test de conocimiento sobre diabetes DKQ24, (Diabetes knowledge questionnaire). Consta de 24 Ítems. Las categorías probables son: nivel de conocimiento adecuado e inadecuado. V. Test sobre el uso de terapias alternativas en pacientes diabéticos de Tello 2014. Consta de 10 Ítems. La combinación de respuestas permite identificar a pacientes que hacen uso positivo o negativo de prácticas alternativas.

El estudio se apegó a las consideraciones éticas delimitadas por el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en el diario oficial de la federación.

#### *Análisis Estadístico*

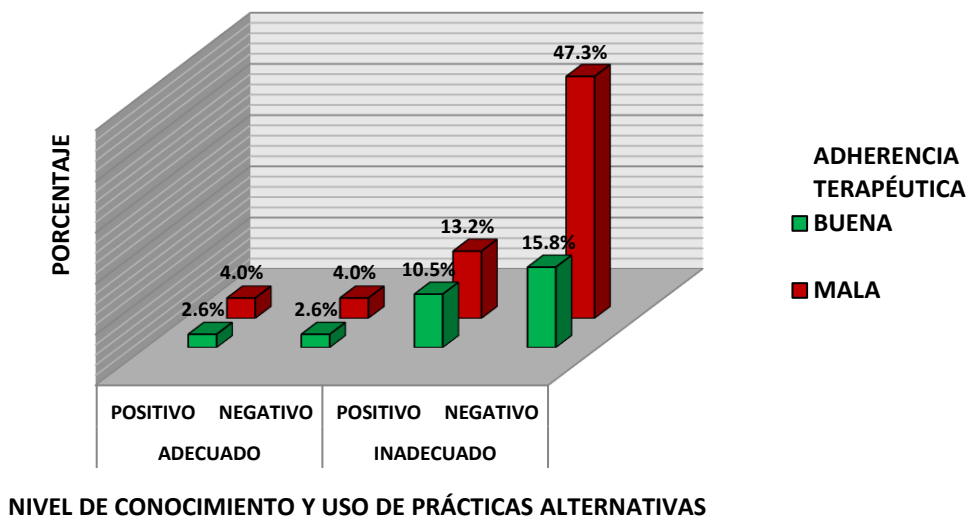
El análisis se realizó a través de estadística descriptiva para las variables sociodemográficas e inferencial para buscar la asociación. Se utilizó el paquete estadístico Microsoft Excel 2010©.

### Resultados

El grupo etario más frecuente en el estudio fue entre los 41 a 65 años de edad (60.52%). Respecto a las variables sociodemográficas, el género femenino fue predominante (80.26%); sobre su ocupación, ser ama de casa fue la más frecuente con un 67.1%; así mismo el grado de instrucción que se encontró a la mayoría de la población fue de primaria completa (52.63%). El 69.73% tenían antecedentes heredo familiares con diabetes mellitus. Con respecto a las consultas médicas para el seguimiento y control de su padecimiento el 63.15% tenía entre 5 a 8 citas en el último año. Del total de pacientes 59.2% presentaba más de 5 años de tiempo de evolución de la enfermedad. Y solo 43.4%

pertenecía a un grupo de ayuda mutua para pacientes con enfermedades crónicas degenerativas. El uso promedio de medicamentos recetados y/o auto medicados fue de 3.6, que incluía fármacos para el control de la diabetes, otras enfermedades y síntomas asociados. El 64.5% respondió que si realiza el ejercicio físico recomendado y 55.3% respondió que si realiza la dieta recomendada.

De los 76 pacientes encuestados al relacionar las tres variables en este estudio el principal porcentaje obtenido fue de 47.3% (36 pacientes) con resultados de adherencia terapéutica mala, nivel de conocimiento inadecuado más uso de prácticas alternativas negativo, solo se observó en 2.6% (2 pacientes) resultados con adherencia terapéutica buena, nivel de conocimiento adecuado más uso de prácticas alternativas positivo. (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Relación entre la adherencia terapéutica, nivel de conocimiento y uso de prácticas alternativas en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 con polifarmacia

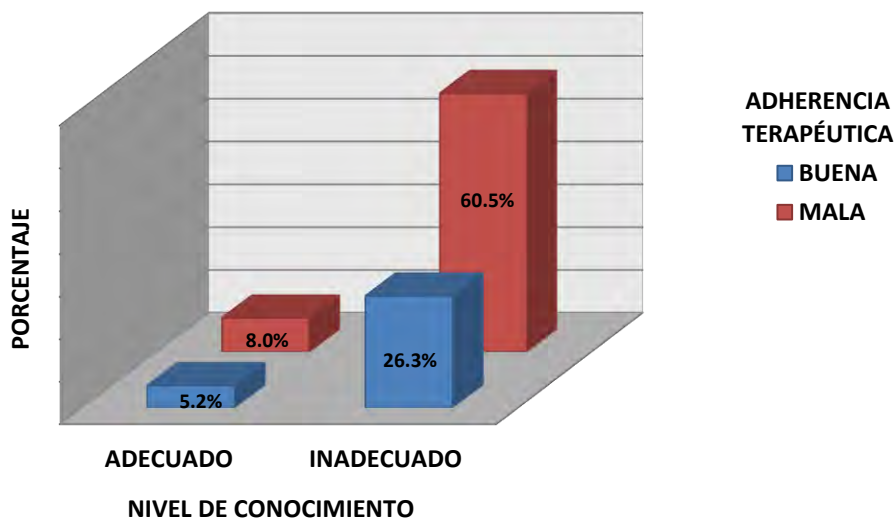
De manera individual en la adherencia a su tratamiento médico los resultados fueron mayores con un 68.5% para un resultado de adherencia terapéutica mala. En cuanto al nivel de conocimiento sobre Diabetes Mellitus en la población de estudio, se observó que un 86.8% tuvieron un nivel de conocimiento inadecuado tras la encuesta. Al cuestionarlos sobre el uso de prácticas alternativas para el tratamiento de su padecimiento, fue mayor en un 69.7% para el uso de prácticas alternativas negativo. (Ver Tabla 1).

Variables	Frecuencia	%
<b>Adherencia terapéutica</b>		
<i>Buena</i>	24	31.5
<i>Mala</i>	52	68.5
<b>Nivel de Conocimiento</b>		
<i>Adecuado</i>	10	13.2
<i>Inadecuado</i>	66	86.8
<b>Uso de prácticas alternativas</b>		
<i>Positivo</i>	23	30.3
<i>Negativo</i>	53	69.7

**Tabla 1.** Adherencia al tratamiento, nivel de conocimiento y uso de prácticas alternativas en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 con polifarmacia

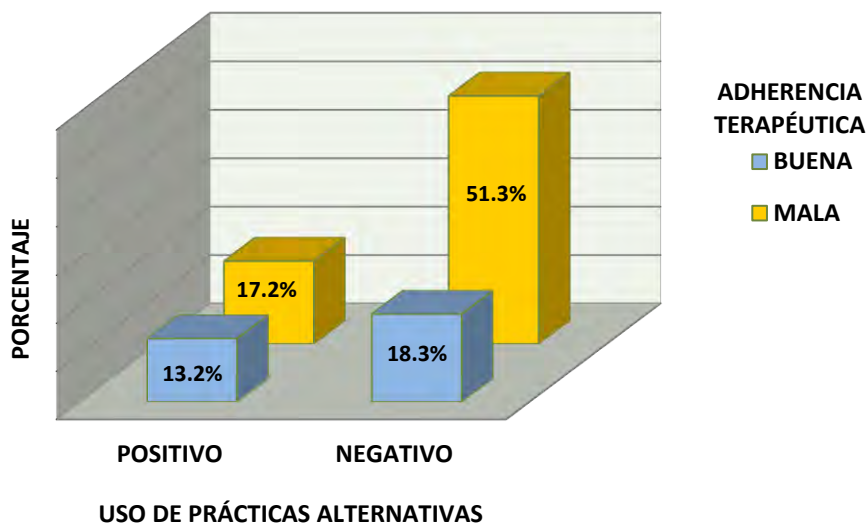
Relacionando la adherencia al tratamiento y el nivel de conocimiento lo observado fue mayor para los pacientes con resultados de adherencia terapéutica mala con nivel de conocimientos inadecuado en un 60.5% (46 pacientes) de

la población. Solo 5.2% (4 pacientes) obtuvieron un resultado de adherencia terapéutica buena con nivel de conocimiento adecuado sobre su enfermedad. (Ver Figura 2).



**Figura 2.** Adherencia terapéutica y el nivel de conocimiento de los pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 con polifarmacia

En cuanto a la adherencia terapéutica y el uso de prácticas alternativas se observó un 51.3% (39 pacientes) con resultados de adherencia terapéutica mala con uso de prácticas alternativas negativo como principal dato. Y se presentó un 13.2% (10 pacientes) con adherencia terapéutica buena con uso de prácticas alternativas positivo siendo este el menor dato. (Ver Figura 3).



**Figura 3.** Adherencia terapéutica y el uso de prácticas alternativas de los pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 con polifarmacia

Se aplicó la prueba Chi cuadrada para conocer la asociación entre las tres variables: adherencia terapéutica y el nivel de conocimiento más el uso de prácticas alternativas. Se obtuvo un valor de  $\chi^2 = 2.668$  a un nivel de significancia



de 0.05, la cual nos indicó que no hay asociación estadística entre la adherencia terapéutica y el nivel de conocimiento más el uso de prácticas alternativas. A pesar de lo observado entre estas tres variables, no se encontró una evidencia que incluya a las mismas en otros estudios.

Para continuar con el análisis se realizó Chi cuadrada para saber la asociación entre la adherencia terapéutica y el nivel de conocimiento en Diabetes Mellitus Tipo 2. Obteniendo un resultado de  $\chi^2 = 0.38$  con una  $p = 0.538$ , a diferencia de lo reportado por Pascacio G, et al (México, 2016)<sup>5</sup> en el artículo “Adherencia al tratamiento y conocimiento de la enfermedad en pacientes con diabetes mellitus tipo 2”, donde se encontró que si existe una relación estadísticamente significativa entre la adherencia al tratamiento y el conocimiento de la enfermedad comprobado mediante la prueba de  $\chi^2$  obteniendo una  $p < 0.001$ .

La prueba entre la adherencia terapéutica y el uso de prácticas alternativas de Chi cuadrada dio como resultado en este estudio un valor de  $\chi^2 = 2.16$  con una  $p = 0.141$ , en el estudio de Camarillo G, (México, 2012)<sup>10</sup> donde se realizó la misma prueba a las variables apego al tratamiento y el uso de terapias alternativas obtuvieron un resultado sin asociación estadística con la misma prueba, obteniendo una  $p = 0.25$  en una población similar a la que se utilizó en esta investigación.

### Discusión

En el estudio “Adherencia a hipoglucemiantes en diabéticos de una unidad médica familiar del estado de Chiapas, de Zuart R, et al (México, 2010)<sup>11</sup>, en una muestra de 100 pacientes diabéticos que acudieron a la consulta de control. Encontraron que el 80% de la población de acuerdo al cuestionario fue adherente, a diferencia de lo observado en este estudio donde solo el 31.6% de los encuestados resultaron con buena adherencia terapéutica a pesar que las características sociodemográficas fueron similares.

Paccha D, et al (Ecuador, 2014)<sup>12</sup>, en el estudio “Conocimientos, actitudes y prácticas sobre Diabetes Mellitus Tipo 2 en pacientes diabéticos”. Refieren que el nivel alto de conocimientos fue de 26.21%. Los resultados en este estudio fueron del 13.2% para un nivel de conocimiento adecuado, esto pudo deberse a que su población fue mayor a la nuestra siendo de 290 pacientes y su resultado se divide en: alto, medio y bajo nivel de conocimientos. Los instrumentos para la recolección de datos son muy similares y permiten medir los conocimientos sobre diabetes mellitus tipo 2 de manera significativa en poblaciones de escolaridad baja y medio rural siendo utilizados en muchos estudios de habla hispana.

Tello Z, (Ecuador, 2014)<sup>8</sup> en el estudio “Prevalencia del uso de terapias alternativas en pacientes diabéticos con tratamiento farmacológico en la asociación de diabéticos e hipertensos de Pastaza”. Encontraron que el 100% de los miembros de la Asociación de diabéticos que habían sido encuestados utiliza terapias alternativas<sup>7</sup>. Resultado muy diferente al de este estudio donde se observó que el 30.3% de los pacientes encuestados hacen uso de alguna terapia alternativa, aunque se esperaba obtener un resultado similar al de Tello Z, por haber utilizado el mismo Cuestionario sobre el uso de terapias alternativas en pacientes con diabetes no fue así, pero cabe resaltar que el autor menciona que en ese país se ha hecho un importante trabajo en continuar y respetar el uso de la medicina alternativa.

Aunque la adherencia terapéutica en este estudio no presentó una asociación estadísticamente significativa con el nivel de conocimientos, en el estudio de Pascacio G, et al (México, 2016)<sup>5</sup>, observaron lo contrario e identificaron una significancia estadística. Esto pudo ser generado ya que en la población de este estudio, la mayoría de los pacientes reflejaron una adherencia terapéutica mala en un 68.4% a diferencia en el de Pascacio G, et al, que fue de 27.5%. Debido probablemente a la diferencia del test de adherencia utilizado en cada estudio. En cuanto a nivel de conocimiento la diferencia de la distribución de resultados fue muy notoria, en este estudio se observó un nivel de conocimiento adecuado solo en un 13.1% y en el estudio de Pascacio G, et al, un adecuado conocimiento en el 70% de los pacientes.

### Conclusiones

La población de pacientes con diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2 con polifarmacia, demostraron en su mayoría tener una adherencia terapéutica mala combinada con un nivel de conocimientos inadecuado y no hacían uso de alguna práctica alternativa en el momento del estudio, fue la minoría quienes presentaban lo contrario permitiendo observar el poco éxito que se tiene en poblaciones como esta, sobre la adquisición de los conocimientos suficientes de su enfermedad que les permita romper las barreras que los alejan de una adherencia adecuada al tratamiento de la misma.

Respecto al uso de prácticas alternativas la principal proporción de pacientes que aceptaron utilizar alguna de ellas, se ligó a una adherencia terapéutica mala en ese momento. Se pone de manifiesto que las creencias o ideas propias en torno a la severidad de la enfermedad, los riesgos de los medicamentos o los beneficios de un tratamiento alternativo llevan a muchos pacientes a adoptar por cuenta propia alguna terapia alternativa sumada a su tratamiento médico; la realidad es que en muchos casos, esas personas están más descontroladas que quienes no usan terapias pero ellas no lo identifican ni lo asocian con los productos que consumen.

Para comprender lo anterior se debe considerar que la falta de adherencia se da por una interrelación de factores entre los cuales se encuentran algunos derivados de la persona y de su entorno económico, cultural y social; otros propios de la enfermedad en sí, del tratamiento farmacológico y sus características, así como los que parten de los servicios de salud y del personal médico que atiende al paciente. Para abreviar adherencia y conocimiento son conceptos con una gran complejidad para poder analizarlos se requiere de muchos elementos que la mayoría son difíciles de ser medidos.

### Referencias

1. Gómez G, Cruz A, Zapata R, Morales F. Nivel de conocimiento que tienen los pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 en relación a su enfermedad. *Salud en Tabasco* 2015; 21 (1):17-25.
2. Conthe P, Tejerina F. Adhesión al tratamiento y calidad de vida en los pacientes con insuficiencia cardiaca, *Rev Esp Cardiol Supl.* 2007;7; 57F-66F.
3. Terechenko N, Baute A, Zamonsky J. Adherencia al tratamiento en pacientes con Diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo II. *Rev Biomedicina* 2015;10(1):20-33.
4. OMS. Adherencia a los tratamientos a largo plazo. Pruebas para la acción, 2004.
5. Pascacio G, Ascencio G, Cruz A, Guzman C. Adherencia y conocimiento de la enfermedad en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Salud en Tabasco.* Vol. 22 No.1 y 2 Enero-Agosto 2016: 23-31.
6. Ávila L, Cerón D, Ramos R, Velázquez L. Asociación del control glicémico con el apoyo familiar y el nivel de conocimientos en pacientes con diabetes tipo 2. *Rev Med Chile* 2013; 141: 173-180.
7. Bustos R, Barajas A, López G, Sánchez E, Palomera R, Islas J. Conocimientos sobre diabetes mellitus tipo 2 tanto urbanos como rurales del occidente de México. 2007;9 (3) 147-159.
8. Tello Z, Prevalencia del uso de terapias alternativas en pacientes diabéticos con tratamiento farmacológico en la asociación de diabéticos e hipertensos de Pastaza. Tesis. Ambato – Ecuador 2014.
9. Pagan JA. "Health care affordability and complementary and alternative medicine utilization by adults with diabetes." *Diabetes Care* 2007;30(8).
10. Camarillo G. Tesis: Grado de apego al tratamiento en pacientes diabéticos adscritos a la Unidad de Medicina Familiar Número 66 del IMSS y sus creencias sobre el uso de terapias alternativas y complementarias. Universidad Veracruzana. Veracruz 2012.
11. Zuart R, Ruiz H, Vazquez J, Martínez J, Linaldi F. Adherencia a hipoglucemiantes en diabéticos de una unidad médica familiar del estado de Chiapas. *Rev SPYN* Vol. 11 (4) Octubre-Diciembre 2010.
12. Paccha D, Muñoz I, Juca D. Conocimientos, actitudes y prácticas en diabetes mellitus tipo 2. Fundación Donum Cuenca, 2014 Cuenca: Universidad de Cuenca; 2014.

# Optimización en la recolección de las tarjetas de producción del tablero de nivelación en una empresa ensambladora

Ing. Eduardo Macedo Pérez<sup>1</sup>, Dra. Andrea Torres Toledo<sup>2</sup>,  
M. en I. América Avila Hernández<sup>3</sup>, Ing. Nadia Vásquez Arriaga<sup>4</sup>

**Resumen:** El presente proyecto de investigación aplicada, fue realizado en una empresa ensambladora de componentes para cinturones de seguridad, se enfocó en la optimización de una herramienta de Manufactura Esbelta en el área de Logística llamada: Tablero de Nivelación.

El problema que se resolvió radicaba en que el diseño que se tenía de los tableros de nivelación no era el óptimo ya que estaban por celda y no por ruta, lo que hacía que los abastecedores recorrieran distancias innecesarias para la recolección de las tarjetas de producción, ocasionando graves pérdidas de tiempo.

Por otro lado, para cumplir los objetivos y encontrar los puntos de mejora en la empresa, fue necesario involucrarse con cada uno de los procesos de retiro constante y el trabajo estandarizado que se lleva a cabo, esto con el fin de obtener mayor información y que el proyecto fuera más productivo.

Diseñando los nuevos tableros se llega a la conclusión de que mejora significativamente el tiempo de abastecimiento de las tarjetas de producción en la empresa ensambladora.

**Palabras clave**— Manufactura Esbelta, tableros de nivelación, tarjetas de producción, Kanban, industria automotriz

## Introducción

La empresa donde se desarrolló el proyecto de investigación es de giro automotriz fundada en el año de 1992 dedicada al ensamblaje de cinturones de seguridad, se localiza en el Parque Industrial Lerma, Estado de México. Es una empresa que cuenta con una cuota de mercado global de aproximadamente del 37% en seguridad pasiva y más del 23% en la seguridad activa.

Esta empresa utiliza la herramienta de Manufactura Esbelta en el área de Logística llamada tablero de nivelación, fue aquí donde se encontró el área de oportunidad para trabajar y realizar el proyecto, esto porque cada tablero dividía sus 366 productos en celdas, eso quiere decir, que los productos estaban distribuidos en 59 tableros de nivelación montados en 5 estructuras de metal o módulos. Cada estructura con un largo de 3.5 y 1.70 metros de ancho.

El recorrido de los abastecedores para realizar el retiro constante de las tarjetas de producción (Kanban) en cada intervalo era a lo largo de los 59 tableros de nivelación, esto porque tenían que retirar diferentes tarjetas de acuerdo con su ruta de abastecimiento, los abastecedores también tienen la tarea de llevar la materia prima a cada línea.

Las tarjetas de producción o Kanban (señal) que como su nombre lo indica es una tarjeta que indica la cantidad que se necesita producir, la celda (unidad de trabajo) en dónde se tiene que producir y el número de parte (producto terminado) que se va a ensamblar.

El problema que se resolvió radicaba en que el diseño que se tenía de los tableros de nivelación no era el óptimo ya que el exceso de tiempo por parte de los abastecedores ocasionaba un retraso en la cadena de valor, esto porque estaban por celda y no por ruta lo que hacía que los abastecedores recorrieran distancias innecesarias para la recolección de las tarjetas de producción.

Para que se pudiera llevar a cabo un análisis sobre un nuevo diseño de los tableros, fue necesario considerar las siguientes variables: costo de compra de nuevos tableros; las rutas de abastecimiento interno, teniendo en cuenta los números de parte que abastece; la cantidad y el tiempo total de recolección de las tarjetas de producción; la posibilidad de implementar un nuevo tablero de nivelación y una clasificación óptima de las celdas, de acuerdo a la ruta de abastecimiento y estandarización de las tarjetas de producción, con el fin de identificarlas más rápido de acuerdo a su línea de ensamble en el tablero de nivelación correspondiente.

Actualmente implementar Manufactura Esbelta en una empresa implica ser más competitivo ya que se obtiene un proceso de mejora constante reduciendo los errores en el abastecimiento de tarjetas de producción. La Manufactura

<sup>1</sup> Ing. Eduardo Macedo Pérez es Ingeniero en Logística egresado del Instituto Tecnológico de Toluca [torrest@toluca.tecnm.mx](mailto:torrest@toluca.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Dra. Andrea Torres Toledo es profesora de tiempo completo del Departamento de Ingeniería Industrial y Jefe de Proyectos de Investigación del mismo departamento en el Instituto Tecnológico de Toluca, México. [atorrest@toluca.tecnm.mx](mailto:atorrest@toluca.tecnm.mx)

<sup>3</sup> M. en I. América Avila Hernández es profesora de tiempo completo del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, México. [aavilah@toluca.tecnm.mx](mailto:aavilah@toluca.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Ing. Nadia Vásquez Arriaga es profesora de medio tiempo del Departamento de Ingeniería Industrial y coordinadora de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, México. [nvasqueza@toluca.tecnm.mx](mailto:nvasqueza@toluca.tecnm.mx)

Esbelta es una filosofía japonesa de trabajo para mejorar continuamente un sistema y con ella se pueden reducir espacios, eliminar desperdicios, se optimiza el tiempo ciclo de los procesos y se crea un flujo continuo en la cadena. Es importante considerar que sin el apoyo y la buena capacitación de un equipo de trabajo es imposible la aplicación de esta filosofía, por eso, es importante el cambio en la cultura de la organización iniciando desde los trabajadores, supervisores hasta los ingenieros y gerentes; Ahedo (2014) menciona que la Manufactura Esbelta utiliza una serie de herramientas que auxilian en la identificación y eliminación de las operaciones que no agregan valor al producto.

De acuerdo con Womack & Jones (2013), la idea central de la cultura esbelta consiste en maximizar el valor del cliente y reducir al mínimo los residuos.

El Lean Enterprise Institute (2016) menciona que existen tres términos utilizados a menudo juntos en el Sistema de Producción Toyota que describen colectivamente prácticas desperdiciadoras que las organizaciones suelen realizar y que deben ser eliminadas, se les llaman las 3Ms o Muda, Mura y Muri.

Por otro lado, un tablero de nivelación es una técnica que ayuda a las empresas a planear adecuadamente la producción de varios productos con el fin de abarcar en menos tiempo los pedidos del cliente. Hohman (2010) describe que el tablero de nivelación es utilizado para planificar y nivelar la demanda del cliente en volumen y variedad durante un día o turno de trabajo; funciona si existe una amplia variación de tipos de producto.

Utilizar esta herramienta requiere del buen conocimiento de la demanda del cliente con el fin de evitar sobreproducción o falta de producto terminado a través de un ajuste de los volúmenes y secuencias de los productos a fabricar. A través de una producción nivelada, suavizada y en pequeños lotes, se puede producir con el mínimo de pérdidas posibles. Al implementar el tablero de nivelación es necesaria la utilización de las tarjetas de producción o Kanban (Graphic Products Editorial Staff, 2014)

Arias (2013) menciona que el tablero de nivelación (caja Heijunka) tiene niveles de demanda por incrementos de tiempo cortos (en lugar de la liberación de un turno o día), es decir, en lugar de lanzar toda la demanda de un turno o día a las líneas de producción lo que hace la caja de Heijunka es mandar pequeñas cantidades de demanda con el fin de suavizar la producción y cumplir con la demanda de cada cliente.

La figura 1 se muestra un ejemplo de tablero de nivelación (Lean Enterprise Institute, 2016), donde cada fila horizontal es un tipo de producto (una parte de número) y cada columna vertical representa el tiempo de intervalos de retirada de tarjetas Kanban. Las ranuras representan el material y la información del tiempo de flujo, las tarjetas de producción (Kanban) en las ranuras representan la cantidad de producción en el intervalo de tiempo. Las tarjetas de producción que están en el tablero de nivelación contienen la información la cual se mueve a lo largo de toda la cadena productiva, si no existe el retiro constante ocasiona pérdidas a la empresa ya que no se producen los pedidos del cliente.

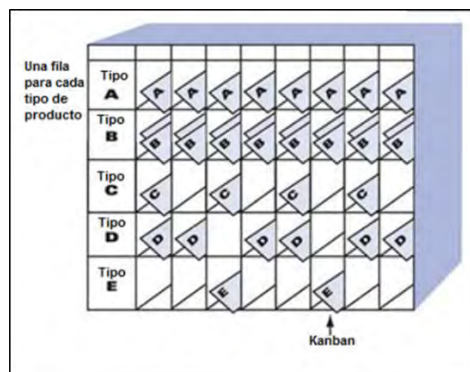


Figura 1. Tablero de nivelación y tarjeta de producción

De acuerdo con el Lean Enterprise Institute (2016) el retiro constante o en inglés *"paced withdrawal"*, es la forma en que la información fluye desde la demanda del cliente pasando primero por el posteo de las tarjetas de producción en el tablero de nivelación, siguiendo con la producción del producto de acuerdo con las tarjetas Kanban, la recolección del producto terminado de la línea hasta el área de almacenamiento o embarque.

Krajewski & Ritzman (2000) atribuyen que las tarjetas de producción controlan el flujo de producción en la fábrica, el sistema Kanban más elemental funciona de la siguiente manera:

- Cada tarjeta Kanban es llevada a la línea de producción
- Cuando la cantidad de producto macada en la tarjeta es producida, esta tarjeta se coloca en el empaque o contendedor.
- Cuando el contendedor se vacía, esta tarjeta se retira y se coloca en un buzón.
- Cuando la tarjeta está en el buzón es una señal para producir de nuevo el producto.

El ciclo vuelve a empezar hasta que se cumple con la planeación y los requerimientos del cliente.

### **Descripción del Método**

La investigación que aquí se presenta es de tipo aplicada, de corte cuantitativo, de alcance descriptivo. Cada una de las cinco etapas que se siguieron se explican brevemente a continuación:

**2.1 Análisis previo:** como primer paso se observó que la empresa trabaja con una amplia gama de componentes y productos, por lo que se tiene una condición ideal aplicar el tablero de nivelación que permita tener el control adecuado de los mismos y disminuir al mínimo los errores de falta de material para el abastecimiento de líneas, además, con la implementación de esta herramienta no existe un sobre inventario, ni un elevado índice de inventario de seguridad o en su caso una falta de producto terminado para entregar al cliente.

Se realizó el posteo de las tarjetas de producción en el tablero de nivelación, con el fin de nivelar la demanda por medio de reportes, descargados de una plataforma de la empresa los cuales contienen la cantidad requerida por los clientes, esta cantidad se tiene que nivelar cada semana a través de matrices; una matriz es un balance de las cantidades a producir en donde se toman en cuenta los días trabajados en la semana y la capacidad de producción por celda; el balanceo se crea tomando en cuenta el promedio diario de producción y los números de parte críticos de embarque ya que son los que tienen prioridad para ser enviados al cliente. Después de realizar la matriz y saber cuánto se tiene que producir de cada número de parte por día, las tarjetas de producción se postean en el tablero de nivelación, tomando en cuenta a los turnos trabajados por cada celda.

El número de tarjetas que se van a postear se relaciona con la cantidad a producir por día entre el estándar de empaque; el estándar de empaque es la cantidad total de piezas que puede contener una caja de acuerdo al peso y las dimensiones de cada producto terminado. La información de las tarjetas de producción contiene: la cantidad a producir, la celda (unidad de trabajo) en donde se tienen que producir los productos, el número de parte que se tiene que producir, el nombre del cliente y proyecto, el tipo de empaque, la norma de empaque, la cantidad de cajas y productos a producir, la ubicación del almacén y los códigos de barra que indican a cada máquina el número de parte a producir.

**2.2 Estandarización del trabajo del equipo de logística:** con este nombre se integran a las actividades propuestas por la empresa como entrenamiento para los planeadores de producción, estas actividades consisten en el seguimiento a críticos de embarque, auditar celdas, juntas con el equipo de logística y los procesos de expeditado. Un crítico de embarque es la cantidad faltante de producto terminado de acuerdo con las ventanas de embarque (es la hora y el día en que debe salir el producto terminado de la planta para que sea entregado justo a tiempo) por cada cliente.

Las juntas con el equipo de logística de igual forma son parte del trabajo estandarizado, estas juntas son realizadas una vez por semana en las cuales participan los planeadores de producción, los jefes de los planeadores y el gerente de logística. Las actividades realizadas en estas juntas son presentar un análisis de cómo se comportó la unidad de trabajo, si puede haber un punto de mejora y las decisiones que se tomaron con respecto a los problemas presentados en la semana y las medidas correctivas que se realizaron. Los resultados de la semana son mostrados por medio de un KPI; Indicador Clave de Rendimiento (Key Performance Indicator por sus siglas en inglés) ayuda a las empresas a explicar y dar a conocer la forma en que se está realizando el trabajo en relación con sus metas y objetivos estratégicos. En un sentido más amplio, un KPI proporciona la información de rendimiento que permite a las partes involucradas saber si están cumpliendo con lo planeado.

Por último, hablando de trabajo estandarizado, se tiene el proceso de expeditado que consiste en enviar material faltante por medio de paquetería a cargo de la empresa esto cuando por problemas de producción, retraso de embarque o falta de componentes no se cumple con la cantidad solicitada por el cliente con relación a la ventana de embarque. No siempre los expeditados son a cargo de la empresa ya que también se envían productos terminados (productos muestra) para ser probados por el cliente y vean la calidad y resistencia de la mercancía, otro expeditado pagado por el cliente es el que requiere urgentemente fuera de las ventanas de embarque.

**2.3 Análisis y evaluación del tablero de nivelación:** se realizó el análisis y evaluación del tablero de nivelación donde se encontró que el diseño actual generaba pérdida de tiempo y un desplazamiento innecesario por parte de los abastecedores en el área de recolección de tarjetas de producción, esto porque las tarjetas estaban a lo largo de los 59 tableros de nivelación por lo que cada abastecedor se tardaba en localizarlas y recordar en dónde se encontraba cada una, esta pérdida de tiempo también ocasionaba un retraso en la recolección de materia prima del almacén.

La pérdida de tiempo en la recolección de tarjetas y materia prima creaba que las líneas de ensamble se quedarán sin tarjetas de producción y a su vez esto hacía que se parara la línea por falta de ellas; esto porque que utiliza el concepto de jalar que es cuando se produce el material que se necesita y si no hay tarjetas de producción quiere decir que no es necesario producir. Si la línea paraba por falta de tarjetas originaba que no se cumpliera con la demanda del cliente, ocasionando pérdidas monetarias al realizar expeditados para cumplir con los pedidos.

Otro punto de mejora encontrado en el tablero de nivelación era la poca visualización, en cuestión de identificar si un abastecedor iba atrasado con la recolección. Las tarjetas de producción no estaban identificadas lo cual igualmente era un punto de mejora para desarrollar.

Para entender el proceso de los abastecedores se tuvo que seguir el recorrido de cada ruta e identificar el trabajo estandarizado de los abastecedores que consiste en el siguiente:

- a. Ir al almacén
- b. Imprimir las ordenes de materia prima que se mandan desde producción por medio de una señal; en producción los operadores escanean un código de barras cuando la caja de materia prima está vacía.
- c. Después se dirigen al tablero de nivelación y recolectan las tarjetas de producción de las celdas que le son asignadas según su ruta de abastecimiento.
- d. El siguiente paso es dirigirse al almacén de materia prima y recoger lo que le señala la orden que se imprimió.
- e. Finalmente van a cada celda donde postean las tarjetas de producción en los rieles y además entregan la materia prima en las celdas dónde se dio la señal de faltante.

Al hacer el recorrido de los abastecedores se hizo la medición de cuánto tiempo se tardaban en recolectar de los tableros de nivelación las tarjetas Kanban, en la tabla 1 se muestran los datos obtenidos en la medición de tiempos de cada ruta., así como el número de celdas que incluye cada una. Cabe hacer mención que la ruta 4 no se incluye ya que en el análisis del paso anterior se encontró que sólo llevaba una celda por lo que fue incluida en la ruta 1.

*Tabla.1. Medición de tiempos de la recolección de tarjetas de producción en el tablero de nivelación*

Ruta	Tiempo en recolección de tarjetas de producción en intervalo	Número de celdas
1	12 segundos	8
2	12 segundos	8
3	45 segundos	7
5	12 segundos	18
6	12 segundos	16
7	12 segundos	2
TOTAL:		59

Siguiendo con el análisis de los abastecedores se debió tomar en cuenta lo siguiente:

- a. Cada abastecedor hace 19 recorridos en su turno.
- b. Hay dos turnos al día, un total de 38 recorridos (vueltas) por turno.
- c. Hay 240 días laborales en la empresa ensambladora.

Los resultados del cálculo del tiempo de recolección de las Kanban para cada ruta se resumen en la tabla 2. Al medir los tiempos de recolección de tarjetas se observó que la línea paraba por falta de ellas, el tiempo mínimo que se queda sin tarjetas es de 30 minutos y el máximo de 1 hora, esto implica pérdidas para la empresa.

*Tabla 2. Tiempo de recolección de Kanban*

Ruta	Tiempo de recolección de tarjetas de producción			
	Segundos al día	Minutos al día	Minutos al año	Horas al año
1,2,5,6 y 7	456	7.6	1824	30
3	1710	28.5	6840	114

**2.4 Diseño del tablero de nivelación:** después de realizar el análisis de los tableros de nivelación se observó que la mejor forma para hacer más eficiente el proceso de retiro constante de las tarjetas Kanban, era diseñando los nuevos tableros considerando las rutas.

Tomando en cuenta de que había 59 tableros de nivelación distribuidos en 5 módulos la primera etapa para realizar la mejora en los tableros de nivelación fue actualizar las celdas de acuerdo con sus rutas de abastecimiento.

Los criterios que se tomaron en cuenta para acomodar las celdas en la ruta correspondiente fueron los siguientes:

- a. Tomar en cuenta el producto terminado que se ensambla en la línea, por el hecho de que se ocupa materia prima similar.
- b. Considerar la distribución de la planta con el fin de que el abastecedor no realizara recorridos o maniobras innecesarias.
- c. Realizar la fusión de las celdas: 505A con la celda SB12; S19 con la celda SB18 y S17 con la celda SB03. Esta fusión se realiza para reducir tiempo y movimientos en las operaciones quedando todo en un lugar en la misma línea de ensamble.

Con la nueva distribución, el número de celdas se redujo a 56, las celdas se acomodaron de acuerdo con la distribución de la planta, es decir, se acomodaron de acuerdo con línea de ensamble que se encuentra primero saliendo de almacén y así sucesivamente.

Se realizó el nuevo diseño de los tableros dónde en lugar de que fueran 59 tableros correspondientes a cada una de las celdas se redujo a sólo 6 tableros dónde se distribuyeron las 7 rutas, en la figura 2 se observa el nuevo diseño.

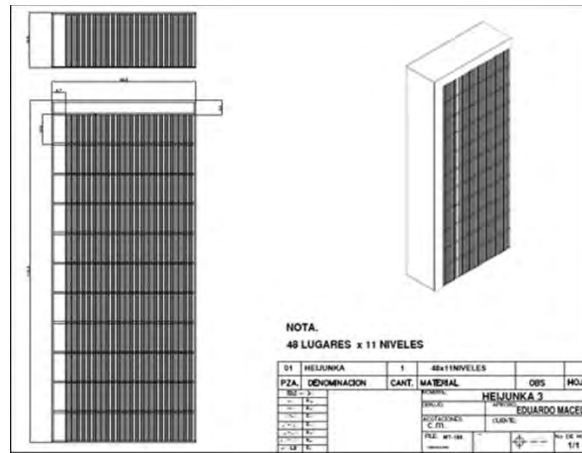


Figura 2: Nuevo diseño del tablero de nivelación

### 2.5 Implementación del nuevo tablero de nivelación:

Para que la implementación del nuevo tablero de nivelación se llevará a cabo tuvo que presentarse al gerente de Logística para su autorización, esta presentación se hace a través de un taller, presentando la situación actual, las actividades a realizar, los participantes y los beneficios del proyecto.

Una vez comprados los tableros y montados en los módulos la siguiente etapa fue la estandarización de las tarjetas de producción dónde se realizaron una serie de actividades

a. Se estandariza el color de las tarjetas, de acuerdo a las celdas de cada planeador de producción y porque el área de producción está dividida en tres secciones, como sigue:

- Planeador 1: amarillas correspondientes a la ruta uno, dos y tres.
- Planeador 2: verdes correspondientes a la ruta cinco y seis.
- Planeador 3: rojo correspondiente a la ruta siete

b. Limpieza de los módulos y de los nuevos tableros con el fin de tener un espacio limpio y ordenado

c. Identificar las tarjetas funcionales con el fin de reducir el desperdicio causado por la reimpresión de las tarjetas obsoletas.

El objetivo de estandarizar las tarjetas es para identificarlas más fácilmente de acuerdo con las secciones de la empresa y que los tableros se vean más ordenados.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En las rutas: 1, 2, 5, 6 y 7 el ahorro generado en la recolección de tarjetas fue de un 50% mientras que en la ruta 3 se generó un ahorro del 71%.

Teniendo en cuenta el ahorro de tiempo que se generó existe un beneficio monetario para la empresa ya que existe un flujo continuo en el abastecimiento de tarjetas a las líneas de ensamble que implica que la línea no para por falta de ellas, esto porque si no hay tarjetas en línea no hay producción, sí esto pasa hay un retraso en toda la cadena de valor generando expeditados para cumplir con el cliente.

Al tener un flujo continuo con el retiro constante de las tarjetas de producción del tablero de nivelación se genera un ahorro de dinero, la empresa elabora hebillas y retractores con cinturón, haciendo una producción de 50% de hebillas y 50% de retractores, teniendo en cuenta que hay dos turnos y el tiempo disponible total es de 16.5 horas

Teniendo en cuenta que las líneas de ensamble paraban entre un intervalo de 30 minutos a 1 hora por falta de tarjetas se realizó el análisis el objetivo de ver el beneficio del proyecto, ya que con su implementación existe el flujo continuo.

Considerando que se hizo una inversión de \$85,000 para la realización del proyecto existe un aumento de productividad para la empresa, optimización de tiempos y una mejora en sus procesos.

Con el nuevo diseño de los tableros de nivelación (figura 3) se redujo espacio al tener ahora sólo cuatro módulos, esto son 3.5 metros de largo y 1.70 de ancho de espacio libre para aprovecharlo para otra operación o actividad de la empresa ensambladora.

### **Conclusiones**

Considerando los resultados obtenidos del proyecto se puede concluir que se logró generar una reducción en el tiempo de 50% y 71% en recolección de tarjetas de producción del tablero de nivelación, haciendo una mejora y optimización en la empresa.

Se analizaron las rutas de abastecimiento interno y se hizo la implementación del nuevo tablero de nivelación lo que generó que no hubiera pérdidas económicas ya que se impidieron paros de línea por falta de tarjetas e incumplimiento al cliente.

Cabe mencionar que sin la capacitación continua a los abastecedores la mejora en el abastecimiento y retiro constante de tarjetas de producción no habría sido posible y los resultados no habrían sido los mismos.

Por otro lado, la estandarización de las tarjetas de producción generó una ayuda visual a los involucrados con su utilización ya que es mucho más fácil identificar para que celda se está trabajando y el atraso que se tiene en cada una.

### **Recomendaciones**

Se recomienda utilizar el espacio obtenido con la optimización del nuevo diseño de los tableros de nivelación los 3.5 metros de largo y 1.70 de ancho con la colocación de los escáneres utilizados por los abastecedores para el control de inventario de materia prima.

Los abastecedores realizan actualmente las siguientes actividades para utilizar los escáneres:

- a. Hacen la recolección de las tarjetas de producción de los tableros de nivelación
- b. Van hacia al área de recibo de materiales por uno de los escáneres con su hoja de pedido de materia prima de la línea de ensamble
- c. Toman un escáner y se dirigen a los estantes de materia prima
- d. El abastecedor toma de los estantes lo que dice su hoja de pedido y escanea la materia prima para que sea descontando del inventario.

### **Referencias**

1. Ahedo, G. (2014). *La Fuerza de la integración*. Revista Manufactura. México. Pág. 42-45.
2. Graphic Products Editorial Staff (2014). Graphic Products. Obtenido de: <https://www.graphicproducts.com/articles/what-is-lean-manufacturing/>
3. Hohmann, C. (2010). *Production levelling, an example*. Obtenido de: [http://chohmann.free.fr/lean/heijunka2\\_us.htm](http://chohmann.free.fr/lean/heijunka2_us.htm)
4. Lean Enterprise Institute (2016) *Lean Lexicon*. Cambridge, Estados Unidos de América: Lean Enterprise Institute, Inc. Consultado en: <http://www.lean.org>
5. Pinal, M. (octubre de 2014). *Un Método que Hace la Diferencia*. Revista Manufactura, pp 65-70.
6. Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México: Pearson Educación.
7. Womack, J. P., & Jones, T. D. (2013). *Lean Thinking* (Segunda edición). Cambridge, Estados Unidos de América. Simon & Schuster, Inc.

### **Notas Biográficas:**

El **Ing. Eduardo Macedo Pérez** es Ingeniero en Logística por el Instituto Tecnológico de Toluca, ha trabajado como planeador de producción, nivelador de demanda y planeador de embarque en Autoliv de México. Es distribuidor independiente de Herbalife.

La **Dra. Andrea Torres Toledo** es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca, Maestra en Sistemas Industriales por la Universidad "Paul Sabatier", de Toulouse, Francia; Maestra en Administración de Proyectos por el Instituto Nacional Politécnico de Toulouse, Francia; Doctora en Administración por el Instituto de Estudios Superiores ISIMA. Es profesora de tiempo completo en las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística, presidente de la Academia de Ingeniería en Logística y Jefe de Proyectos de Investigación del Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, México.

La **M. en I. América Avila Hernández** es Ingeniero industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca, Maestra en Ingeniería en Sistemas de Manufactura por la Universidad Iberoamericana. Es profesora de tiempo completo en las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca, México.

La **Ing. Nadia Vásquez Arriaga** es Ingeniero industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca, profesora de medio tiempo del Departamento de Ingeniería Industrial y coordinadora de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, México.



# INVESTIGACIÓN DE MERCADOS ON-LINE: UN CAMINO HACIA LA SUSTENTABILIDAD

LAE. Ericka Macías Álvarez<sup>1</sup> M. en C. José Antonio Cuatepotzo Varela<sup>2</sup> Lic. Claudia Martha Lozano Longoria<sup>3</sup>  
M.E. Cintia Esmeralda Cisneros Vargas<sup>4</sup>

**Resumen— Actualmente en un mundo global y altamente competitivo, y derivado del fácil acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC'S), en el ámbito de la mercadotecnia y en lo concerniente a la investigación de mercados, su uso se ha convertido en una de las nuevas tendencias on- line con mayor auge y credibilidad para la investigación de campo. Numerosos estudios demuestran que se ha vuelto un medio de fácil acceso y sustentable ya que se refiere a la administración eficiente y racional en el uso de los recursos, acorta los tiempos de levantamiento y compilación de datos, reduce costos y logra abarcar a un mayor número de clientes meta y consumidores, permitiendo así el insight oportuno que permita conectar de manera directa con el cliente y por tanto lograr estrategias de inbound de marketing que aseguren la satisfacción del consumidor. Palabras clave: Investigación de Mercados, TIC'S, tendencias, sustentabilidad.**

## Introducción

Dentro del marketing estratégico y operativo la investigación de marketing o investigación de mercados es una herramienta esencial para toda compañía, si sus objetivos son los siguientes; describir con exactitud sus mercados y segmentos de mercados, implementar una adecuada estrategia de mezcla de mercadotecnia, conocer lo que los competidores actuales y potenciales están desarrollando y la forma en que ello afecta a la estrategia de marketing, y finalmente conocer cuáles son las expectativas y el grado de satisfacción del cliente, la investigación de mercados está orientada a identificar con claridad los *insight* claves tales como; ¿Cuál será el mensaje y el medio que alcance la audiencia a la que se tiene la intención de llegar? ¿Dónde debo distribuir mi producto?, ¿Qué canal de distribución es el más adecuado?, y si ¿Es acorde mi producto al target seleccionado?

Estas y otras preguntas van de la mano de la investigación de mercados la cual consiste en el desarrollo, comunicación e interpretación de la información orientada a las decisiones del proceso de marketing en sus tres fases; la planeación, la implantación, y la evaluación.

Según Orellana y Sánchez (2007) la investigación de campo en entornos virtuales, se va acrecentando en medida en que las TIC,S van evolucionando, proporcionando así nuevos medios para generar nuevos recursos informáticos tales como aplicaciones y servicios de internet conocidos como encuestas on-line, paneles on-line, los cuales cada vez son más necesarios dentro de nuestro quehacer cotidiano, propiciando así nuevos espacios y ampliando el ámbito de acción de los investigadores sociales y particularmente de los de corte cualitativo, ya que facilita el potencial documental, participativo y conversacional, para este nuevo campo de acción las TIC,S son herramientas de trabajo que modifican la forma tradicional en la recolección de datos, generación, almacenamiento, procesamiento y presentación de resultados.

Derivado de lo anterior surge el interés de conocer los métodos y herramientas disponibles para la investigación de mercados on-line, determinar su impacto, así como sus ventajas y desventajas que surgen entorno a su aplicación para dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Es la Investigación de Mercados únicamente la aplicación de un instrumento?, ¿El uso de las TIC'S en la investigación de mercados acorta los tiempos de investigación social,

---

<sup>1</sup>Ericka Macías Álvarez Licenciada en Administración de Empresas es Profesora de la Ingeniería en Administración del Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero, Delegación Gustavo A. Madero, Ciudad de México. [maciase23@gmail.com](mailto:maciase23@gmail.com)

<sup>2</sup> José Antonio Cuatepotzo Varela, Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial, Profesor en Ingeniería Industrial e Ingeniería en Administración del Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero II, Ciudad de México, [jose\\_ac\\_varela@hotmail.com](mailto:jose_ac_varela@hotmail.com)

<sup>3</sup> Claudia Martha Lozano Longoria, licenciada en informática, profesora en el área de sistemas y computación, Ingeniería en Gestión empresarial e Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Piedras Negras, [claudialozanolongoria@gmail.com](mailto:claudialozanolongoria@gmail.com)

<sup>4</sup>Cintia Esmeralda Cisneros Vargas Maestra en Educación es Profesora de la Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Acapulco, Ciudad de Acapulco, Estado de Guerrero. [Cintiadcisneros13@gmail.com](mailto:Cintiadcisneros13@gmail.com)

reduce los costos y da más exactitud? ¿Es una herramienta sustentable y amigable con el medio ambiente al usar de manera eficiente los recursos humanos, materiales y tecnológicos?

Para dar respuesta a dichas interrogantes, se realizó una investigación de campo de manera tradicional a la par de una investigación de campo en entornos virtuales, donde se determinó si la investigación de mercados on-line funciona, así como la revisión bibliográfica y documental en libros especializados de investigación de mercados.

### Revisión de la Literatura

*¿Es la Investigación de Mercados únicamente la aplicación de un instrumento?*

La investigación de Mercados va más allá de ser un instrumento de recolección de datos, según Kotler y Armstrong (2012), la investigación de mercados es el diseño, la recopilación, el análisis y el informe sistemático de datos pertinentes de una situación de marketing específica que enfrenta una organización Stanton, Etzel y Walker (2007), la definen como; en una serie de actividades que le permiten a una organización obtener la información que necesita para tomar decisiones concernientes a su ambiente, mezcla de marketing y clientes presentes y potenciales.

Por último Fisher y Espejo (2011), la definen como un proceso sistemático de recopilación e interpretación de hechos y datos que sirven a la dirección de una empresa para la toma adecuada de decisiones y para establecer así una correcta política de mercado, analizando estas tres definiciones podemos determinar entonces que la investigación de mercados es una herramienta estratégica dentro de la elaboración del plan de marketing ya que agrega valor a la toma de decisiones, ya que pone de manifiesto información primaria que es vital para que una compañía conozca qué es lo que lo clientes desean acerca de sus marcas y como ellos conectan con dichas marcas.

*¿El uso de las TIC'S en la investigación de mercados acorta los tiempos de investigación social, reduce los costos y da más exactitud?*

Para acortar los tiempos en la investigación social y si atendemos a las distintas metodologías aplicadas a las ciencias sociales, las cuales aceleran varias de las etapas de las mismas en específico podemos deducir que la etapa común para todas las metodologías de investigación es la recopilación de datos. Es en esta etapa es donde las TIC'S han resultado de mayor utilidad; en una investigación llevada a cabo por métodos tradicionales, aplicar 100 encuestas nos llevaría aproximadamente una semana. Las TIC'S nos permiten recopilar la misma cantidad de información en un tiempo de dos a tres horas en promedio.

Haciendo referencia al rubro de costos en la investigación social, los investigadores se enfrentan a la problemática de solventarlos durante el desarrollo del estudio, o bien, muchos de ellos recurren a financiamientos gubernamentales de ONG'S. En muchos casos este presupuesto se convierte en cantidades importantes que frenan el conocimiento social sobre todo en México donde los recursos son limitados y muchos proyectos compiten por obtener un financiamiento.

Como parte esencial de la Investigación de Mercados es necesario saber cuál será la exactitud del resultado, estadísticamente hablando sabemos que, a mayor número de instrumentos aplicados en la recolección de datos, mayor será por lo tanto la exactitud y nivel de confianza de los resultados. Mediante el uso de las TIC'S, la cantidad de encuestas, cuestionarios, entrevistas de profundidad, etc., es posible aplicar más instrumentos y así asegurar mayores niveles de confianza en los resultados.

Según Jiménez y Puente (2007), Internet puede proveer una fuente de muestreo con innumerables ventajas, como es el acceso a una muestra geográficamente amplia, rápida y a menor costo que el del muestreo tradicional. En el caso de estudio aplicado se pudo observar que dichas herramientas procesan y clasifican de manera inmediata la información. En contraste, la velocidad de procesamiento en los métodos tradicionales de investigación social presentaba un cuello de botella en la captura de datos, debía el investigador contratar a capturistas que codificarán la información, para posteriormente interpretar los resultados. Mediante la aplicación de dichos instrumentos con el uso de TIC'S la cantidad de capturistas se reduce significativamente. En muchos casos el mismo investigador recopila la información rápidamente.

Siendo objetivos debemos reconocer las fortalezas y debilidades de la aplicación de las tecnologías de información en la investigación social, una de ellas es que el uso de TIC'S ha reducido significativamente el contacto social. Sin embargo, reconocemos que datos importantes, como el lenguaje corporal, las relaciones

afectivas entre el investigador y los sujetos de estudio se ven gravemente afectadas a la hora de establecer empatía con la persona, por lo tanto, podemos determinar que las vías de contacto no limitan la efectividad de los cuestionarios.

*¿Es una herramienta sustentable y amigable con el medio ambiente al usar de manera eficiente los recursos humanos, materiales y tecnológicos?*

Se ha comprobado que el uso de los paneles on-line y las encuestas on-line son herramientas amigables con el medio ambiente, llamemos medio ambiente a él conjunto de condiciones que confluyen dentro de un ecosistema, tales como temperatura, agua, alimentos, luz, entre otros. En general es un conjunto de situaciones que giran en torno a un organismo y que posibilitan la vida y desarrollo de dichas entidades.

En la mercadotecnia Según Fisher y Espejo (2011), determinan que un sistema de mercadotecnia opera dentro de una estructura de fuerzas que constituyen el medio ambiente del sistema. Estas fuerzas pueden ser externas o internas, las externas son un conjunto de variables no controlables por la empresa y se dividen en dos grupos: el macro ambiente que se constituye por un conjunto de variables diversas tales como factores económicos, políticos y legales, sociales y culturales, demográficos, ecológicos etcéteras, y el microambiente que son los elementos relacionados estrechamente con la empresa como los proveedores, intermediarios y consumidores.

Por lo tanto, el marketing sustentable hace referencia a una ética y responsabilidad social donde las compañías al implementar prácticas de marketing sustentable proporcionan valor no sólo a los clientes sino a la sociedad en conjunto. Según Kotler y Armstrong (2012), el marketing sustentable es un conjunto de acciones sociales y ambientales responsables que satisfacen las necesidades actuales de los consumidores y los negocios y al mismo tiempo generan conservan y mejoran la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Con ello la implementación de investigación on –line trae consigo una ventaja competitiva tanto para la sociedad en general por su gran impacto en la reducción de costos, tiempos de investigación, exactitud en la recolección de datos y por tanto una herramienta sustentable al hacer un adecuado uso y aprovechamiento de los recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos.

#### *Caso de estudio*

En el año 2016, se realizó por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero II, la aplicación de encuestas on – line, para el lanzamiento de un nuevo producto, mediante el análisis del ciclo de vida basado en la matriz BCG, en este estudio exploratorio se aplicaron en total 240 encuestas on - line, en un plazo de 8 horas. Para ello se diseñó un cuestionario de opción múltiple y se capturo en la herramienta de google página de internet, teniendo como resultado un cuestionario interactivo de preguntas cerradas, esto a través de la opción de formularios interactivos como se muestra la Imagen 1.

Imagen 1 Creación de formularios Google

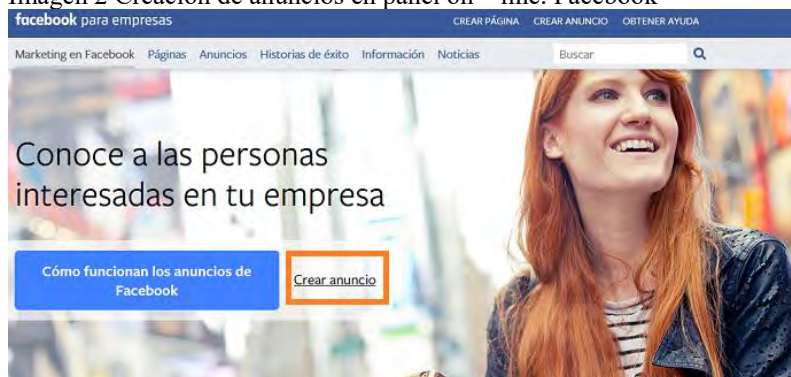


Fuente: Elaboración propia 2016

El formulario se dio a conocer mediante los diversos paneles on –line, como se muestra en la imagen 2, tales como Facebook, twitter, e – mail entre otros con la siguiente URL;

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScX\\_TPqIuNyDhK0XniHwC9B1vb5LfbwKa1szFPOvVQVmjZUow/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScX_TPqIuNyDhK0XniHwC9B1vb5LfbwKa1szFPOvVQVmjZUow/viewform).

Imagen 2 Creación de anuncios en panel on – line. Facebook

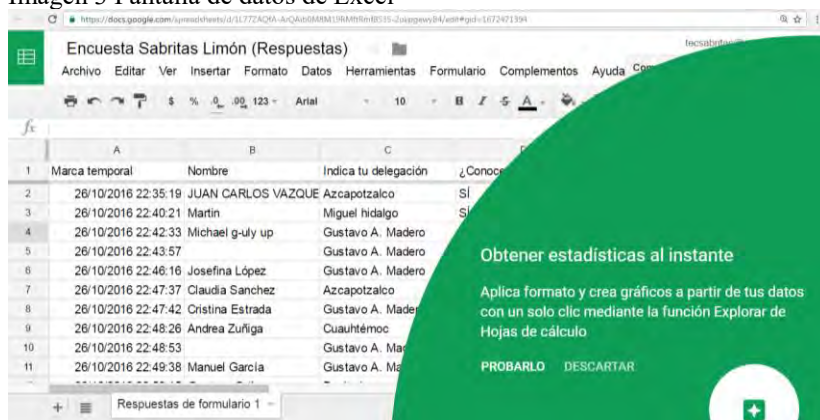


Fuente: Elaboración propia 2016 tomado de [www.facebook.com/business](http://www.facebook.com/business)

En el rubro de costos dicho estudio no tuvo costo en pesos mediante el uso de TIC'S, este ahorro fue posible, ya que no fue necesario el uso de capturistas que codificaran los resultados de los instrumentos. En realidad, el costo más significativo fue el desarrollo del cuestionario y dar de alta al usuario.

El tiempo de captura de la información fue eliminado dado que los entrevistados y encuestados, capturaron directamente su información en el sitio de internet, por lo que su exportación a los sistemas fue de manera inmediata ya que la opción de google actualmente no sólo tiene la opción de enviar los datos a un libro de Excel, sino hoy en día te grafica de manera tal que obtienes los resultados de manera detallada como se muestra en la imagen 3.

Imagen 3 Pantalla de datos de Excel



Fuente: Elaboración propia 2016

En el caso de este estudio las desventajas de esta metodología de aplicación se vieron rápidamente, pues el espacio necesario para los comentarios de las preguntas abiertas, limitó la respuesta de los entrevistados. Así mismo el investigador perdió información que en otras investigaciones se considera invaluable: la observación directa de los sujetos de estudio. Se recibieron también comentarios de algunos entrevistados acerca de la dificultad de utilización de la página, esto como resultado de que no todo mundo tiene conocimientos de tecnología suficientes para responder el cuestionario.

Desde el punto de vista estadístico, se pudo cometer un sesgo en la información dado que la muestra generada correspondía solamente a personas que tenían acceso a recursos tecnológicos. Pues la invitación se hizo por las mismas redes sociales y la respuesta del cuestionario por página web.

## Reflexiones finales

Actualmente la investigación de mercados ya no está limitada al uso de herramientas tradicionales, ya que el avance tecnológico y la cobertura de internet ha facilitado su uso y aplicación en el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas tales como el uso de los paneles on-line, las encuestas on-line, la aplicación de cuestionarios en nuevos entornos ha evolucionado y seguirá evolucionando la labor que han venido realizando los investigadores. Orellana y Sánchez (2007), hacen referencia que en la medida en que evolucionan las TIC'S la sociedad y en su conjunto ha tenido grandes transformaciones impactando de manera trascendental la vida humana.

La incorporación de las TIC'S en el campo de la investigación social y de mercados, y en particular la investigación cualitativa, trae consigo un potencial temático y metodológico para el estudio de la problemática social. Ante este panorama los investigadores en general y particularmente los de corte cualitativo, se basan de nuevas técnicas, dejando a tras métodos convencionales tales como un simple lápiz, un cuaderno de notas, a una grabadora de audio, o a un simple ordenador, ya que el desarrollo tecnológico ha propiciado diferentes herramientas y aplicaciones tecnológicas, y con ellas nuevos entornos y formas de investigar, nuevos tipos de datos, nuevas formas de recolectarlos, almacenarlos, analizarlos y presentarlos.

Todo ello ha modificado y seguirá modificando la labor que han venido realizando los investigadores cualitativos.

La realización de un análisis cualitativo en y sobre las situaciones que se llevan a cabo en los entornos virtuales comprendidos en el ciberespacio lo cual requiere necesariamente:

- Un dominio metodológico de la propia investigación.
- Un dominio tecnológico – por lo menos a nivel de usuario– de los servicios y aplicaciones que proporciona Internet y otras tecnologías, así como la disponibilidad de acceso a ellas.
- Conocimientos de las dinámicas y formas de interacción en los entornos virtuales, así como su lenguaje, valores y representaciones ideológicas del entorno en el que se realizará la investigación.

Estos aspectos merecen gran atención, sin descuidar el rigor metodológico de la investigación, por ser aspectos novedosos que debe conocer y saber desarrollar todo investigador interesado en estudiar procesos o dinámicas de actuación en los entornos virtuales. Los investigadores deben conocer las diferentes potencialidades que ofrecen las tecnologías de la información y comunicación que generan a los entornos virtuales, así como dominar su funcionamiento en forma y fondo puesto que las experiencias a investigar se realizan en y sobre un entorno virtual, además, estas tecnologías son de gran uso en todo el proceso de investigación.

Para finalizar, debe apuntarse que la actividad investigativa no es ajena a las TIC'S por lo que ésta actividad también ha ampliado sus espacios y tiempos de actuación. De ahí que la realidad social en la que estamos inmersos requiere de nuevas formas de investigar, para lo cual es indispensable un dominio tanto tecnológico en TIC'S como metodológico de investigación, además, un conocimiento de la naturaleza y dinámicas de actuación en los nuevos entornos de actuación, los entornos virtuales.

## Referencias bibliográficas

- FISHER Laura y ESPEJO Jorge. Investigación de Mercados: Mercadotecnia. México D.F. Mc Graw Hill Interamericana. 2011. Cuarta edición. P.p 49- 96.
- JIMENEZ, Carlos y PUENTE, Raquel. La investigación de mercados on-line ¿realmente funciona? Debates IESA. [en línea]. Junio 2007 Volumen XII. No. 2 [fecha de consulta: 15 de noviembre 2016]. Disponible en: <http://servicios.iesa.edu.ve/Portal/Articulos/8-JimenezPuente-Lainvestigaciondemercadosonline.pdf>
- KOTLER Philip y ARMSTRONG Gary. Administración de la información de marketing para conocer a los clientes: Marketing. México D.F. Pearson Educación. 2012. Decimocuarta edición. P.p. 103 -110
- ORELLANA LÓPEZ, Dania María & SÁNCHEZ GÓMEZ, Mª Cruz (2007): Entornos virtuales: nuevos espacios para la investigación cualitativa. SÁNCHEZ GÓMEZ, Mª Cruz & REVUELTA DOMÍNGUEZ, F. I. (Coords.) Metodología de Investigación Cualitativa en Internet [monográfico en línea]. Revista Electrónica de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 8, nº 1. Universidad de Salamanca [Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2016] ISSN 1138-9737  
<http://www.redalyc.org/pdf/2010/201017309002.pdf>
- MENDOZA FERREIRA, Omaira. Usos y beneficios de la investigación de Mercados: Nuevas tendencias e influencias de la interactividad. Revista de investigación en administración e ingeniería. [en línea]. Diciembre 2013 Volumen 1. No. 1 [fecha de consulta: 15 de noviembre 2016]. Disponible en:

<https://service.udes.edu.co/revistas/index.php/aibi>

PARAMO FLORES, Raúl. Pros y Contras de la investigación on-line. "MK Marketing+Ventas. [en línea]. Junio 2007. Pág. 8. No. 225 [fecha de consulta: 15 de noviembre 2016]. Disponible en: [http://www.netquest.com/papers/pros\\_y\\_contras\\_investigacion\\_online.pdf](http://www.netquest.com/papers/pros_y_contras_investigacion_online.pdf)

WILLIAM J. Stanton, MICHAEL J. Etzel, BRUCE J. Walker. Investigación de marketing e información de mercados: Fundamentos de Marketing. México D.F. Mc Graw Hill Interamericana. 2007. Decimocuarta edición. P.p 174-198

### Notas Biográficas

La **LAE. Ericka Macías Álvarez** actualmente es profesora de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero II (ITGAM II), y Jefa del Departamento de Desarrollo Académico. Imparte cátedra a los estudiantes de la Ingeniería en Administración en materias de Mercadotecnia, Mezcla de Mercadotecnia, Taller de Administración, Ética entre otras. Fundadora del Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero (ITGAM) desde el año 2009 hasta el 2013 donde se incorpora al ITGAM II. Cuenta con una trayectoria laboral educativa de más de 10 años, contribuyendo a la acreditación de planes y programas de estudio de instituciones privadas y públicas como parte de equipo evaluador de CACECA, así mismo cuenta con una amplia trayectoria en el ámbito de calidad educativa ya que desde sus inicios en el Tecnológico Nacional de México participo como Representante de Dirección del Sistema de Gestión de Calidad del ITGAM, así como Coordinadora del Modelo de Equidad de Género. Actualmente es estudiante de la Maestría en Gestión Educativa por parte de la ETAC.

El Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial **José Antonio Cuatepotzo Varela** es profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero II (ITGAM II), en el nivel superior, también docente en posgrados de tiempo parcial en la Secretaría de la Defensa Nacional en la Escuela Militar de Graduados de Sanidad SEDENA EMGS y en el Centro de Investigación Avanzada y Tecnología de Querétaro campus Toluca (CIATEQ). Cuenta con una trayectoria laboral como docente de más de 10 años en el sistema del Tecnológico Nacional de México, de donde el ITGAM II depende, y ha participado en la jefatura de áreas académicas y presidir la academia de ciencias básicas en el Instituto Tecnológico de Tláhuac.

La **Lic. Claudia Martha Lozano Longoria** es profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Piedras Negras (ITPN), imparte cátedra en el nivel superior a las carreras de Ingeniería de sistemas computacionales, gestión empresarial e industrial. Fundadora del Instituto Tecnológico del Sur de Nayarit (ITSN) donde se desempeñó como miembro de la academia de Tecnologías de Información y Comunicaciones y Jefa de Gestión Tecnológica y Vinculación, desde el 2009 hasta el 2012, así mismo, cuenta con una amplia trayectoria de 8 años como docente a nivel superior. Actualmente es estudiante de la Maestría en Educación e Investigación en la Universidad Santander.

La **M.E. Cintia Esmeralda Cisneros Vargas** actualmente es profesora de asignatura en el Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA), y Jefa del Departamento de Recursos Humanos. Imparte cátedra a los estudiantes de la Ingeniería en Gestión Empresarial en materias de Gestión del Capital Humano, dinámica Social, Taller de Administración, entre otras. Laboró en el Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero (ITGAM) desde el año 2010 hasta el 2015 donde se desempeñó como Jefa del Departamento de Recursos Humanos; posteriormente se incorporó al ITA. En julio de 2015. Cuenta con una trayectoria laboral educativa de más de 7 años, contribuyendo a la gestión de la Educación Superior Tecnológica, actualmente Tecnológico Nacional de México.

# Estudio de la permeabilidad de materiales con porosidad a gradiente mediante microtomografía y simulaciones numéricas

R. Macias-Ambriz<sup>1</sup>, L. Olmos<sup>2</sup>, P. Garnica<sup>3</sup>, D. Arteaga<sup>4</sup>

**Resumen—** Materiales con dos capas de diferente grado de porosidad fueron fabricados mediante la técnica de metalurgia de polvos. Las muestras se fabricaron usando como matriz polvos de la aleación Ti6Al4V. Para formar la capa altamente porosa se mezclaron polvos de la aleación de Ti-64 con polvos de bicarbonato de amonio como formadores de poros. Enseguida los compactos fueron sinterizados en un dilatómetro vertical a una temperatura de 1260 °C bajo una atmósfera de Ar. Finalmente, la adquisición de imágenes 3D se realizó con un tamaño de voxel de 1  $\mu\text{m}$  para observar los detalles al nivel de la partícula y la macro y microporosidad. Los resultados confirmaron que el proceso de fabricación proporciona una porosidad a gradiente, la cual provee una permeabilidad variable en función del tamaño de poro y de la fracción en volumen. Los valores encontrados de permeabilidad son cercanos a los reportados para el hueso trabecular humano.

## Introducción

A pesar de los grandes progresos en la fabricación de implantes ortopédicos mediante biocompatibles, la fijación de los mismos al hueso y su adaptación al cuerpo continua siendo un reto importante en la obtención de materiales que puedan adaptarse para desempeñar su trabajo de manera óptima. La metalurgia de polvos (MP) ha emergido como una de las técnicas que permite obtener piezas con características complejas, tanto de microestructura como de macroestructura. Una de las características más importantes para que un implante sea capaz de adaptarse al cuerpo humano es la porosidad, ya que esta permite el anclaje de los músculos y el paso de fluidos a través del implante, logrando una mejor interacción con el hueso [1]. Diferentes técnicas para la fabricación de materiales porosos han sido desarrolladas, entre ellas la más novedosa es la fabricación aditiva o impresión 3D [2]. La cual, permite obtener materiales con una porosidad diseñada de acuerdo a los requerimientos para su uso. Sin embargo, esta técnica es muy costosa y por el momento solo se ha trabajado con algunas aleaciones metálicas. En contra parte, la técnica de fabricación de materiales porosos mediante espaciador presenta una alternativa más económica y que presenta resultados interesantes, a pesar de que el control de la distribución y homogeneidad de las muestras es difícil y depende del tipo de espaciador utilizado, comúnmente se utilizan sales o polímeros [3]. Esta técnica es usada para producir materiales con alta porosidad llamados “andamios”, los cuales permiten la regeneración del hueso a través de ellos. Se han estudiado sistemas basados en aleaciones de Ti, cerámicos, bio vidrio y polímeros y en su mayoría se han enfocado a estudiar las propiedades mecánicas y solo pocos de ellos han estudiado la permeabilidad a través de la porosidad [4, 5]. Los valores reportados de permeabilidad en hueso esponjoso de origen bovino se encuentran entre 2 y 4  $\text{E}^{-10} \text{ m}^2$ , mientras que Grimm y Willims midieron la permeabilidad del hueso trabecular humano y encontraron valores que van desde 4 hasta 110  $\text{E}^{-10} \text{ m}^2$  [6], dependiendo de la dirección. Por otro lado, los valores que se han logrado obtener experimentalmente y a partir de simulaciones numéricas en materiales con alta porosidad van desde  $10^{-8}$  hasta  $10^{-13} \text{ m}^2$  [7, 8], para andamios fabricados con metales y cerámicos.

La mayoría de los trabajos antes mencionados se concentran en una porosidad uniforme a lo largo de los materiales creados, sin embargo la estructura ósea presenta diferentes características de porosidad en función de la posición del hueso, por lo que este trabajo se enfocó en estudiar la fabricación de materiales de la aleación Ti6Al4V con dos capas que presentan una gran diferencia en la porosidad, tanto en cantidad como en tamaño. La porosidad fue observada y cuantificada mediante el análisis de imágenes 3D adquiridas con microtomografía de rayos x, y la permeabilidad en cada capa independiente y en el ensamble de dos capas fue obtenida mediante simulaciones numéricas con las características del fluido de la sangre.

<sup>1</sup> R. Macias-Ambriz es estudiante de la Maestría en Metalurgia en el Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia, México. [puaj117@gmail.com](mailto:puaj117@gmail.com) (Autor correspondiente)

<sup>2</sup> L. Olmos es Profesor-Investigador perteneciente al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la UMSNH, Morelia, México. [luisra24@gmail.com](mailto:luisra24@gmail.com)

<sup>3</sup> P. Garnica es Profesor-Investigador perteneciente al posgrado de Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [pgarnicag29@msn.com](mailto:pgarnicag29@msn.com)

<sup>4</sup> D. Arteaga es técnico académico en el departamento de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Juriquilla, Querétaro, México. [darteaga@geociencias.unam.mx](mailto:darteaga@geociencias.unam.mx)

## Metodología

### *Preparación de muestras*

Para la fabricación de materiales a gradiente, se utilizaron como matriz polvos comerciales de la aleación Ti-6Al-4V producidos por la empresa Raymor, con una distribución de tamaño de partícula entre 45-75  $\mu\text{m}$ . Como formadores de poros se utilizaron polvos de bicarbonato de amonio  $((\text{NH}_4)\text{HCO}_3)$  Alfa Aesar, con una distribución de tamaño de partícula entre 100 y 400  $\mu\text{m}$ , los cuales fueron mezclados con polvos de la matriz en una proporción de 30% en volumen. Para obtener un material conformado por dos capas con características diferentes, se realizó la mezcla por separado de polvos de la matriz con polvos de bicarbonato de amonio en una turbula durante 30 min, para asegurar la buena distribución entre ellos. Enseguida, se adicionó un 1 % en peso de Polyvinyl alcohol (PVA) como ligante, para dar una resistencia mecánica al compacto. Posteriormente, se vertieron los polvos en un dado de acero de la siguiente manera, en el fondo se colocó la capa de polvos de la aleación Ti-64, y enseguida la capa de los polvos mezclados con bicarbonato de amonio. Inmediatamente se procedió a realizar el prensado axial a una presión de 500 MPa para obtener compactos cilíndricos en verde de 2 mm de altura, aproximadamente 1 mm por capa, con un diámetro de 6 mm. Los compactos en verde mostraron una densidad relativa cercana al 65%, antes de eliminar las sales. Las sales de bicarbonato de amonio fueron eliminadas dentro de un mufla Barnstead Thermolyne modelo 47900 a una temperatura de 180 °C durante 6 horas con una velocidad de calentamiento de 5 °C/min, con un enfriamiento lento dentro de la misma mufla. La eliminación de sales nos dejó grandes porosidades en la capa correspondiente. Después de lo anterior, la sinterización de los compactos se llevó a cabo en un dilatómetro vertical Linseis L75V bajo una atmósfera de Ar de alta pureza. Enseguida de montar la muestra en el dilatómetro, éste fue purgado para eliminar el aire residual por flujo de argón durante 30 minutos antes del calentamiento. La sinterización se llevó a cabo a 1260°C con una velocidad de calentamiento de 25 °C/min durante 1h. La densidad relativa de las muestras fue determinada mediante la medición del volumen y el peso de cada muestra, antes y después del sinterizado. Finalmente, las muestras fueron maquinadas mediante torneado para reducir su diámetro a 1 mm con el fin de obtener imágenes 3D de microtomografía de rayos x de alta resolución.

### *Microtomografía y análisis de imágenes*

La adquisición de las imágenes 3D se realizó con un microtomógrafo computarizado (MTC) de laboratorio marca Zeiss 510 Xradia Versa. La intensidad del haz de rayos X fue de 80 keV, se tomaron 1600 proyecciones alrededor de 360° con una resolución de voxel de alrededor de 1  $\mu\text{m}$ . Resultados cuantitativos 3D de la porosidad fueron obtenidos a partir del análisis de imágenes.

Con el interés de evaluar la permeabilidad en la muestra, las imágenes 3D fueron recortadas virtualmente en dos, para obtener la permeabilidad independiente de cada capa. Las simulaciones numéricas fueron realizadas en la porosidad real 3D obtenida de las imágenes de microtomografía, con la ayuda del software GeoDict. Se realizó la suposición de flujo laminar, con lo cual, el software realizó las simulaciones resolviendo las ecuaciones de Navier-Stokes imponiendo una diferencia de presión a la entrada y a la salida de la muestra. Para obtener valores que se asemejen más al flujo de fluidos corporales a través de los huesos se utilizó una viscosidad dinámica de 0.045 Pa s, la cual corresponde al valor de la sangre.

A fin de permitir el análisis de la porosidad, el tratamiento de imágenes 3D incluye filtros del tipo median 3D y unsharp mask, lo que permite eliminar el ruido de las imágenes iniciales, en la Fig. 1a se presenta una imagen filtrada de la muestra con dos capas. A continuación una separación de las fases sólida y porosa se realiza en función del nivel de grises, el cual es obtenido por la absorción de la radiación de la muestra que está determinada por el número atómico del material, en este caso, el vacío tiene una absorción nula comparada con la del Ti6Al4V. Enseguida, diferentes operaciones morfológicas como dilataciones y erosiones, se aplicaron para mejorar la calidad de las imágenes binarias, en la Fig. 1b se muestra la imagen binarizada, en donde las partículas de Ti6Al4V aparecen en blanco y los poros en negro. A partir de esta imagen se pueden obtener los resultados cuantitativos de la porosidad, los cuales se obtienen de manera tridimensional, como se puede apreciar en la Fig. 1c, donde se presentan diferentes cortes virtuales de las imágenes en 3D. La fracción en volumen de poros se calculó dividiendo el número de voxels correspondientes a la fase de poros por el número



total de voxels en la imagen. La distribución del tamaño de poro se estimó midiendo el volumen de poro accesible a un elemento estructural octaédrico, el cual comienza con un tamaño de 2 voxeles por lado y va incrementando a cada paso, esta metodología ha sido utilizada por diferentes autores para determinar una distribución de poros cuando la porosidad es interconectada [9, 10]. Con el fin de determinar la interconectividad de poros a partir de las imágenes 3D binarias, primero se estableció la porosidad con una intensidad de 255 y la fase sólida se ajustó a 0. La porosidad puede estar compuesta de varios poros no conectados que aparecen como objetos individuales en la imagen 3D. Estos objetos se etiquetaron en segundo lugar y se obtuvo un nuevo volumen que identificaba cada objeto de la imagen con un valor de gris diferente. En tercer lugar, ya que la porosidad interconectada era el poro más grande dentro de la muestra, la imagen con el valor de nivel de grises de ese objeto que representa el poro se extrajo de la imagen por segmentación. Finalmente, se calculó la fracción en volumen total de los objetos restantes de la imagen y se obtuvo el valor de porosidad interconectada por la diferencia entre esta fracción volumétrica y la porosidad total.

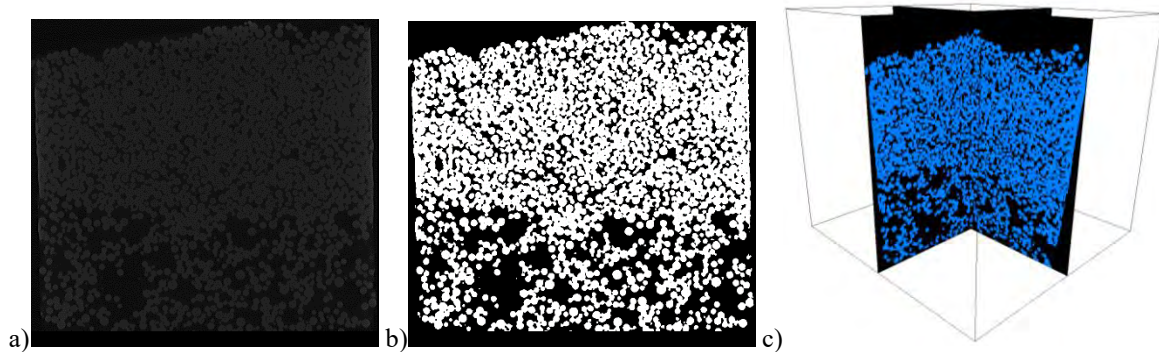


Fig. 1. Cortes virtuales de la muestra porosa, a) imagen inicial 2D, b) imagen binaria 2D y c) multicortes virtuales 2D en diferentes planos.

### Resultados

En la Fig. 2 se presenta un volumen interior 3D del ensamble de la muestra bicapa, en donde se puede observar el acomodo de cada capa, la densa en la parte superior y la porosa en la parte inferior. En la Fig. 2a se muestra una representación de las partículas de Ti6Al4V, se puede observar que la densificación de la capa densa es limitada, ya que las partículas son todavía distinguibles entre ellas. Por otro lado, en la Fig. 2b se muestra la porosidad remanente después del sinterizado, en donde se puede notar más fácilmente la diferencia en tamaño de poros obtenido en ambas capas. En la parte inferior se observan grandes porosidades mientras que en la capa densa la porosidad es de tamaño más pequeño ya que corresponde a los espacios dejados entre las partículas. La fracción en volumen de poros resultó ser casi la mitad en la capa densa comparada con la porosa, como se reporta en la Tabla 1. Mientras que la fracción en volumen total de la muestra completa es del 42.6%, un valor intermedio de los valores encontrados en cada capa.

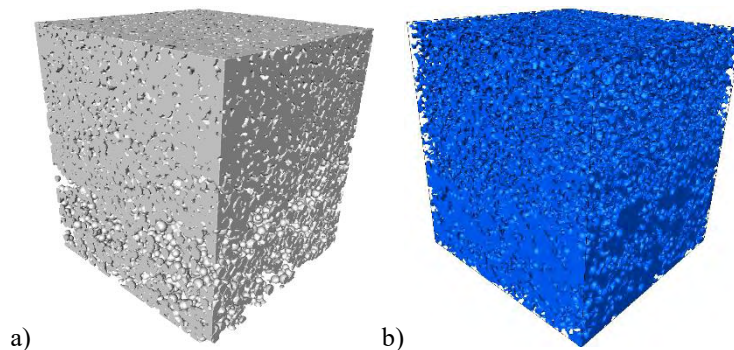


Fig. 2. Representación 3D de la muestra bicapa, a) partículas de Ti6Al4V y b) porosidad de la muestra.

La Fig. 3 muestra la distribución en tamaño de poros para cada capa y de manera completa de la muestra bicapa. Se observa que la capa densa presenta una distribución homogénea ya que todos los poros corresponden a los espacios interparticulares, además, se encontró que el tamaño medio del poros de 21  $\mu\text{m}$  es de 1/3 del tamaño medio de las partículas, lo cual es de acuerdo con lo reportado para el sinterizado de polvos de Cu. Para la capa porosa se puede observar que los poros grandes creados con las sales ocupan el mayor espacio de la porosidad y que el tamaño medio de 82  $\mu\text{m}$  es ligeramente reducido por los poros interparticulares, los cuales representan el 20% de la porosidad total en dicha capa. Cuando se analiza toda la muestra bicapa se observa que los poros interparticulares representan el 50% de la porosidad total y los otros corresponden a la porosidad inducida artificialmente. También se puede observar de las curvas en la Fig. 3 que las partículas de las sales quedaron bien distribuidas en las muestra ya que no tenemos grandes porosidades, que indicarían la aglomeración de las partículas de sal.

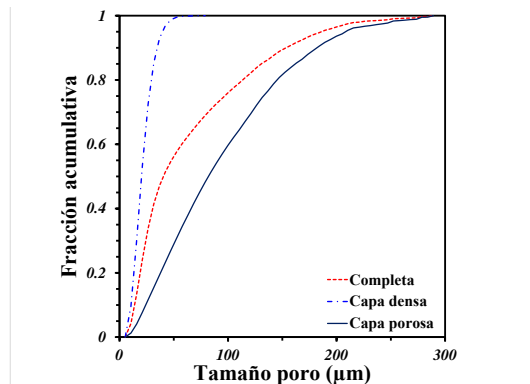
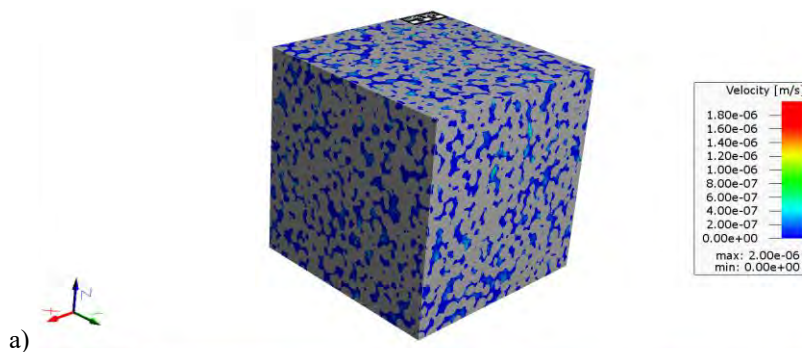


Fig. 3. Distribución de tamaño de poros para la capa densa, porosa y para la muestra completa.

La velocidad de flujo obtenida de las simulaciones numéricas para las capa densa, porosa y bicapa completa se presentan en la Fig. 4. Se puede observar que los valores más altos de velocidad se obtuvieron en la capa porosa, Fig. 4b, ya que la porosidad obtenida es mayor tamaño y menor tortuosidad. Mientras que los valores más bajos son los observados en la capa densa, debido a que la fracción en volumen de poros es menor pero principalmente, debido a que las conexiones entre los poros son de tamaño más pequeño y los camino de flujo más tortuosos. Se puede notar también que la capa densa es la que controla el paso del fluido a través de la muestra bicapa, ya que los valores de velocidad son muy parecidos a pesar de que la porosidad y el tamaño medio de poros es dos veces mayor que la de la capa densa. La permeabilidad específica para las dos capas y la muestra bicapa es listada en la Tabla 1. Se observa que la capa porosa presenta una permeabilidad 50 veces mayor que la capa densa, y que la muestra bicapa es solo dos veces mayor que la capa densa. Esto indica que debido al acomodo de las capas, la parte densa será la que regule el paso de fluidos a través de la muestra y que aunque los valores de permeabilidad de la capa porosa se encuentran de acuerdo a los reportados para el hueso trabecular humano, ésta se verá afectada por la parte densa.



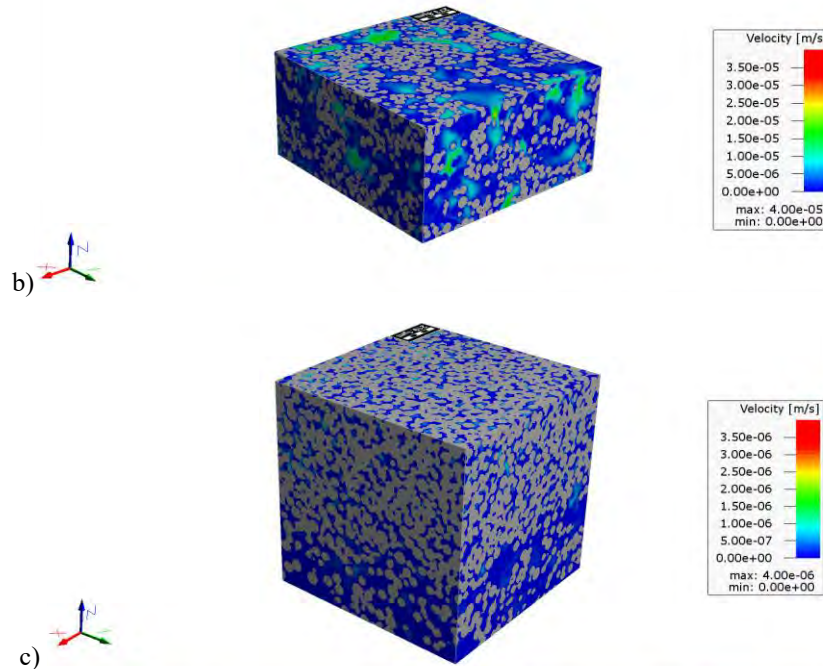


Fig. 4. Distribución de velocidad del flujo a través de la porosidad en las diferentes capas de la muestra, a) densa, b) porosa y c) completa.

Tabla 1. Resultados cuantitativos de la porosidad obtenidos a partir de las imágenes 3D.

Muestra /capa	Fracción en volumen de poros (%)	Interconnectividad (%)	d <sub>10</sub> (μm)	d <sub>50</sub> (μm)	d <sub>90</sub> (μm)	Permeabilidad 1x10 <sup>-12</sup> (m <sup>2</sup> )
Densa	27.2	99.7	11	20	35	1.01
Porosa	62.1	99.9	24	82	182	52.8
Completa	42.6	99.9	14	40	153	2.49

### Conclusiones

Se fabricaron muestras con dos capas que contienen una porosidad distinta, generando un gradiente de porosidad, pasando de un tamaño medio de 20 μm a 82 μm y con una fracción en volumen de poros 2 veces mayor. La caracterización mediante microtomografía de rayos x mostró que a pesar de las diferencia en porosidad entre cada capa, no se generaron grietas durante el proceso de sinterización de las muestras. A partir de las imágenes 3D de la muestra se realizó un estudio de permeabilidad, primero en cada capa por separado y después en el ensamble y se concluyó que la capa porosa presenta valores de permeabilidad en el orden de la requerida para implantes óseos, sin embargo se encontró que la permeabilidad de la capa densa es 50 veces más baja que la capa porosa y que es la que controla la permeabilidad de la muestra completa debido a su acomodo.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al posgrado en Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia y a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo para la realización del presente trabajo. Así como al laboratorio Lumir del departamento de Geociencias de la UNAM, Juriquilla por la adquisición de las imágenes 3D y la visualización 3D con Avido®.

## Referencias

- [1] Wang X, Xu S, Zhou S, Xu W, Leary M, Choong P and Xie YM (2016) Topological design and additive manufacturing of porous metals for bone scaffolds and orthopaedic implants: a review. *Biomaterials* 83:127-141.
- [2] Parthasarathy J, Starly B, Raman S and Christensen A (2010) Mechanical evaluation of porous titanium (Ti6Al4V) structures with electron beam melting (EBM), *J Mech Behav Biomed Mater* 3:249-259.
- [3] Torres Y, Rodríguez JA, Arias S, Echeverry M, Robledo S, Amigo V and Pavón JJ (2012) Processing, characterization and biological testing of porous titanium obtained by space-holder technique, *J Mater Sci* 47:6565-6576.
- [4] Liu YJ, Li SJ, Wang HL, Hou WT, Hao YL, Yang R, Sercombe TB and Zhang LC (2016) Microstructure, defects and mechanical behavior of beta-type titanium porous structures manufactured by electron beam melting and selective laser melting, *Acta Mater* 113:56-67.
- [5] Atwood RC, Jones JR, Lee PD, Hench LL (2004). Analysis of pore interconnectivity in bioactive glass foams using X-ray microtomography, *Scripta Mater* 51:1029-1033.
- [6] Grimm MJ, Williams JL (1997) Measurements of permeability in human calcaneal trabecular bone *J Biomech* 30:743-745.
- [7] Zhang Z, Jones D, Yue S, Lee PD, Jones J R, Sutcliffe CJ, Jones E (2013) Hierarchical tailoring of strut architecture to control permeability of additive manufactured titanium implants, *Mat Sci Eng C* 33:4055-4062.
- [8] Singh R, Lee PD, Lindley TC, Dashwood RJ, Ferrie E, Imwinkelried T (2009) Characterization of the structure and permeability of titanium foams for spinal fusion devices *Acta Biomater* 5:477-487.
- [9] Olmos L, Martin CL, Bouvard D, Bellet D, Di Michiel M (2009) Investigation of the sintering of heterogeneous powder systems by synchrotron microtomography and discrete element simulation *J Am Cer Soc* 92:1492-1499.
- [10] Lin CL, Miller JD (2005) 3D characterization and analysis of particle shape using X-ray microtomography (XMT) *Powder Tech* 154:61-69.

# Estudio Comparativo entre Agentes Removedores de Silicio en la Síntesis de Carbono Micro-/Nano Estructurado

David Macias Ferrer MC<sup>1</sup>, Dr. José Aarón Melo Banda<sup>2</sup>,  
Dr. Ulises Páramo García<sup>3</sup> y Dra. Rebeca Silva Rodrigo<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente estudio trata la comparación entre HF y NaOH con diferentes concentraciones, como agentes eliminadores de silicio en la síntesis de carbono micro-/nano estructurado (MNC), utilizando SBA-15 como plantilla dura. Se preparó SBA-15 a través del método sol gel usando pluronic P-123 como tensoactivo y tetraetil ortosilicato como precursor de Si. MNC fue sintetizado a través del método de nanomoldeo y pirólisis a 800 °C usando SBA-15 como agente director de estructura. Ensayando seis muestras de MNC, se llevó a cabo la eliminación de silicio empleando soluciones en agitación de 1 M NaOH, 2M NaOH, 4M NaOH, 8M NaOH, 8,6 M HF y 28,9 M HF por 24 h. Los materiales preparados fueron caracterizados mediante análisis de fisisorción de N<sub>2</sub>, microscopía electrónica de barrido (MEB), espectroscopias de rayos X de energía dispersiva (EXED), infrarroja (EITF) y espectroscopía Raman. El análisis de EXED reveló que las soluciones 8,6M HF y 1M NaOH tuvieron la mayor eficacia de eliminación de Si, detectando 0.22% en peso de Si y 0.42% en peso de Si, respectivamente frente a 23.9% en peso de Si antes de este proceso, indicando que el HF podría ser reemplazado por NaOH evitando posibles daños en la estructura de MNC debido al efecto corrosivo del HF.

**Palabras clave**—SBA-15, Agente removedor, carbono micro-/nano estructurado.

## Introducción

El proceso de manufactura denominado moldeo data de aproximadamente 6000 años. Este proceso a grandes rasgos consiste en verter un material fluido en un molde cuyas cavidades tienen la forma deseada, toda vez que se solidifica el material, se sustrae o se rompe el molde para finalizar el proceso. Procedimiento que es ampliamente usado en la industria hasta la actualidad. Con la aparición de los nanotubos de carbono (Iijima 1991), se abre la puerta a un gran número de investigaciones relacionadas con los materiales nanoestructurados. Con relación a los materiales porosos y acorde con la IUPAC, un material microporoso tiene poros con diámetros menores a 1 nm, los mesoporosos, diámetros entre 2 y 50 nm y un material macroporoso, diámetros mayores a 50 nm (McCusker et al. 2001). El método de moldeo a una escala nanoscópica propiamente denominado como nanomoldeo y que en esencia usa el mismo procedimiento antes descrito, fue utilizado por vez primera en 1997 (Kyotani et al. 1997), para fabricar materiales de carbono microporoso usando zeolitas como molde. En 1998 se propone el término nanomoldeo hacia la síntesis de materiales mesoporosos (Göltner y Weißenberger 1998). Por su parte, investigadores coreanos (Ryoo et al. 1998 y 2001) sintetizaron una nueva especie de materiales de carbono micro y mesoporoso, utilizando como molde o plantilla dura materiales mesoporosos de sílice (SBA-15, SBA-16, MCM-41) el cual se removía o destruía mediante ácido fluorhídrico (HF), un compuesto químico de alto riesgo y potencialmente letal para el ser humano. Si bien es cierto, la eficiencia de remoción del molde mediante HF es alta, su manejo requiere de especiales cuidados ya que es un reactivo inflamable, muy activo, incoloro e inodoro. Por otro lado se ha demostrado que soluciones alcalinas con pH mayores a 10 pueden disolver completamente materiales vítreos basados en sílice (Kouassi et al. 2010). En este trabajo de investigación, con el fin de determinar la posibilidad de reemplazo del ácido fluorhídrico, se propone un estudio comparativo entre los reactivos HF y NaOH, un ácido fuerte y una base fuerte como agentes removedores de silicio en la síntesis del material de carbono mesoporoso micro-/nano estructurado, el cual debido a sus propiedades físicas, eléctricas y químicas tiene importantes aplicaciones como absorbentes, electrodos para celdas de combustible, supercapacitores (Sharma et al. 2012 y Ma et al. 2013).

<sup>1</sup> David Macias Ferrer MC es Estudiante del programa de Doctorado en Ciencias en Materiales en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Tamaulipas, México. maestro\_macias@hotmail.com

<sup>2</sup> El Dr. José Aarón Melo Banda es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Tamaulipas, México. melobanda@yahoo.com.mx

<sup>3</sup> El Dr. Ulises Páramo García es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Tamaulipas, México. uparamo@itcm.edu.mx

<sup>4</sup> La Dra. Rebeca Silva Rodrigo es profesora investigadora en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Tamaulipas, México. rebeca.silva.rodrigo@itcm.edu.mx

## Descripción del Método

### *Síntesis de los materiales y proceso de remoción de Si*

El material mesoporoso de sílice SBA-15 que fue usado como molde duro, fue sintetizado siguiendo el procedimiento publicado en la literatura (Zhao et al. 1998), cuyo proceso de síntesis es como sigue: Se disuelven en agitación mecánica a temperatura ambiente por 5 h, 2.0 g del co-polímero no iónico pluronic P-123 en 14 mL de agua desionizada y 60 mL de una solución 0.6 M de HCl; posteriormente se adicionan 4.3 mL de tetraetilortosilicato gota a gota continuando la agitación mecánica a 45 °C por 24 h; la solución se añeja en una estufa a 90 °C por 24 h; el polvo blanco obtenido se filtra y se lava en condiciones de alto vacío; finalmente la muestra se calcina en aire extraseco a 550 °C por 6 h obteniéndose el material SBA-15. El nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC fue sintetizado usando el método de nanomoldeo y pirolisis anhidra usando azúcar refinada como precursor de carbono acorde con lo mostrado en la literatura (Ryoo et al. 2001 y Macias-Ferrer et al. 2017). El proceso es como sigue: 2 g de azúcar refinada y 2 g de SBA-15 se disuelven en 10 mL de agua desionizada con agitación mecánica a temperatura ambiente por 30 min; durante este tiempo se añaden 0.1 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado; la mezcla se somete a tratamiento térmico en estufa a 100 °C por 6 h, inmediatamente después a 160 °C por otras 6 h; el polvo café oscuro que contiene el molde o plantilla dura además de la descomposición del azúcar refinada, se introduce en un horno de cuarzo a 800 °C con un flujo constante de N<sub>2</sub>. El nanocomposito obtenido SiO<sub>2</sub>-MNC ya enfriado a temperatura ambiente se divide en 6 partes de igual peso. Con la finalidad de eliminar la plantilla dura ó molde, las muestras se someten posteriormente a un proceso de agitación mecánica por 24 con sus respectivas soluciones 1M NaOH, 2M NaOH, 4M NaOH, 8M NaOH, 8.6M HF y 28.9M HF obteniéndose los materiales carbonosos mesoporosos MNC-1MNaOH, MNC-2MNaOH, MNC-4MNaOH, MNC-8MNaOH, MNC-8.6MHF y MNC-28.9MHF respectivamente.

### *Caracterización de los materiales.*

El proceso de fisisorción con N<sub>2</sub> se realizó en un equipo Quantachrome Autosorb IQ empleando los métodos BET (Brunauer–Emmet–Teller) y BJH (Barrett–Joyner–Halenda) para determinar el área superficial específica, volumen y diámetro de poro. La espectroscopía infrarroja a través de la transformada de Fourier en el rango de 4000-650 cm<sup>-1</sup>, se llevó a cabo en un espectrofotómetro Perkin Elmer Spectrum 100 usando un laser de HeNe con una longitud de onda de 633 nm. La técnica de espectroscopía Raman se realizó en un equipo Horiba LabRam HR con un laser de 633 nm de longitud de onda. La microscopía electrónica de barrido se realizó en un microscopio JEOL modelo JSM7100F con detector EXED (*Oxford Instruments*) usando exploraciones en modos GB-L a 2.0 keV y SEM a 20.0 keV.

## Resultados

El resultado del análisis de fisisorción con N<sub>2</sub> se muestra en la Figura 1, donde se observan las isotermas de adsorción y desorción del nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC y del molde duro SBA-15, los cuales presentan isotermas tipo IV con una histéresis tipo H1 (Figura 1a), además de los materiales de carbono MNC-8.6MHF y MNC-1MNaOH (Figura 1b) los cuales presentan tipo IV con una histéresis del tipo H4 (Sing 1982). Las propiedades texturales como el área superficial específica A<sub>BET</sub>, volumen de poro V<sub>p</sub> y diámetro de poro D<sub>p</sub>, para los materiales SiO<sub>2</sub>-MNC, SBA-15, MNC-8.6MHF y MNC-1MNaOH se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades texturales de los materiales.

Muestra	A <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)	V <sub>p</sub> cc/g	D <sub>p</sub> (nm)
SBA-15	872	0.96	7.8
SiO <sub>2</sub> -MNC	560	0.85	2.7
MNC-8.6MHF	1280	1.14	3.8
MNC-1MNaOH	1130	1.01	3.8

La disminución del A<sub>BET</sub> para el nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC se puede explicar por la alteración del tamaño de diámetro de poro del molde SBA-15 debido a la inclusión del precursor de carbono utilizado en los canales ó poros pseudocilíndricos del mismo (Thielemann et al. 2011). La elevada área de superficie específica de las muestras MNC-8.6MHF y MNC-1MNaOH característica de los materiales de carbono mesoporoso se debe a que son replicas

negativas del molde SBA-15 produciendo espacios libres entre las fibras y/o nanotúbulos de carbono que se forman durante el proceso de pirólisis (Babić et al. 2013, Wahab et al. 2015 y Zhang et al. 2016).

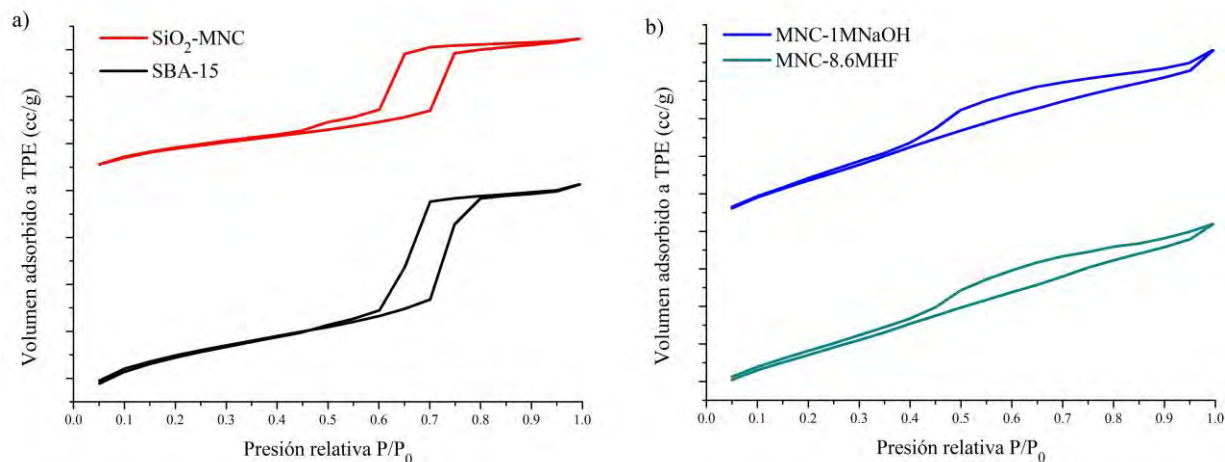


Figura 1. Isothermas de adsorción/desorción de a) SiO<sub>2</sub>-MNC y SBA-15; b) MNC-8.6MHF y MNC-1MNaOH

La figura 2 muestra los espectros de infrarrojo en el rango medio de 4000-650 cm<sup>-1</sup> de algunos de los materiales del presente estudio. Para el nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC se observan la banda de absorción en 1048 cm<sup>-1</sup> que corresponde a la vibración antisimétrica en el grupo Si-O-Si que se sobrepone a las posibles bandas debidas a las vibraciones de estiramiento de los grupos Si-O-C, C-O-O y Si-C, la banda de absorción en 807 cm<sup>-1</sup> correspondiente a vibración de estiramiento del grupo Si-O (Azimov et al. 2012) y una banda estrecha se puede visualizar en 1591 cm<sup>-1</sup> correspondiente a la vibración simétrica en el doble enlace C=C del anillo aromático que conforma la malla hexagonal del carbono (Figura 2a); este mismo grupo funcional aparece en los materiales MNC-1MNaOH, MNC-2MNaOH, MNC-4MNaOH, MNC-8MNaOH, MNC-8.6MHF y MNC-28.9MHF (Figuras 2b y 2c) en las bandas de absorción ubicadas en 1714 y 1557 cm<sup>-1</sup> además de una débil banda de absorción ubicada en 1019 cm<sup>-1</sup> debida a las vibraciones de estiramiento del grupo C-C que se sobrepone al grupo carbonilo C-O (Colthup 1950). Cabe señalar que en estos últimos 6 materiales ya no aparecen las bandas de absorción correspondientes a los grupos Si-O-Si y Si-O mostrando la eficiencia del proceso de remoción del molde o plantilla dura.

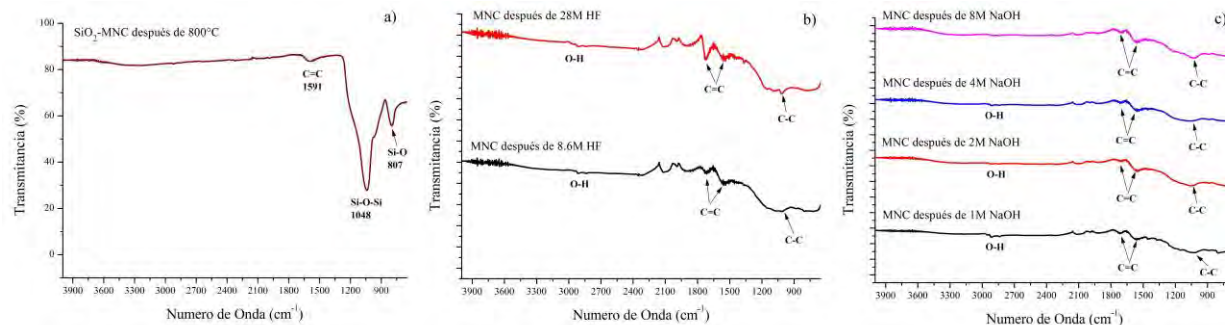


Figura 2. Espectros de infrarrojo de SiO<sub>2</sub>-MNC, MNC-1MNaOH, MNC-2MNaOH, MNC-4MNaOH, MNC-8MNaOH, MNC-8.6MHF y MNC-28.9MHF

Los espectros Raman del nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC y de todos los materiales de carbono del presente estudio se muestran en la Figura 3, en donde para todos los casos, se puede apreciar en el rango 1592-1600 cm<sup>-1</sup> la banda G (estrecha) típica en los materiales de carbono y que corresponde al modo activo Raman de vibración E<sub>2g</sub> del movimiento en direcciones opuestas de carbonos vecinos en la estructura hexagonal cristalina del grafito, esto indica que los materiales dados lograron una fase cristalina, es decir, un grado de grafitización. También para todos los casos, se puede apreciar en el rango 1318-1340 cm<sup>-1</sup> la banda D de mediana amplitud pero con intensidades diferentes, la cual corresponde a los defectos en la malla hexagonal del carbono grafitizado por la hibridación sp<sup>3</sup>

(Wang et al. 1990); tales defectos pueden ser atribuidos a la estructura turbostrática del carbono (Manoj y Kunjomana 2012) y a los grupos oxigenados que se formaron después del proceso de remoción del molde (Park et al. 2012).

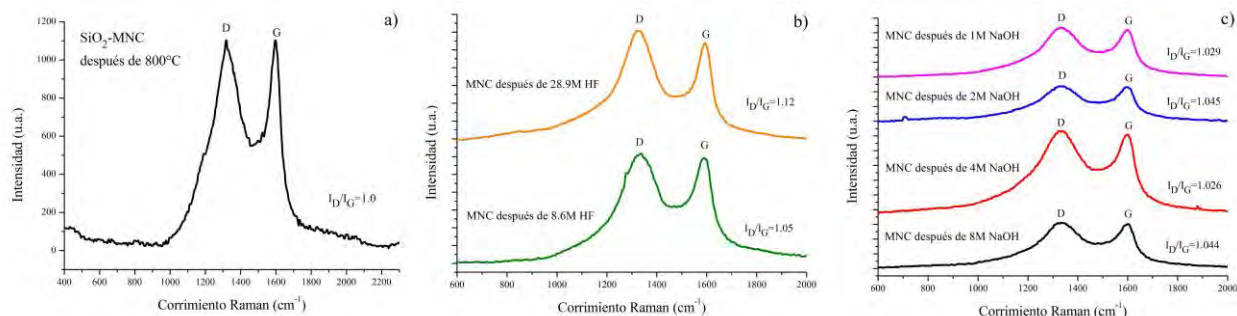


Figura 3. Espectros Raman de a) SiO<sub>2</sub>-MNC; b) MNC-8.6MHF y MNC-28.9MHF y c) MNC-1MNaOH, MNC-2MNaOH, MNC-4MNaOH y MNC-8MNaOH

Tomando a la estructura prístina del grafito como base, la razón de las intensidades Raman  $I_D/I_G$  es proporcional al número de defectos en la malla hexagonal del carbono y está correlacionada al grado de cristalinidad del mismo (Ferrari y Robertson 2001, Pimenta et al. 2006 e Ignat y Popovici 2011). El índice Raman para SiO<sub>2</sub>-MNC fue igual a 1, mientras que para los materiales de carbono tratados con HF y NaOH fue mayor que 1, lo cual indica que tuvieron por un lado, un cierto grado de desorden en la estructura debido a la ruptura de los vínculos entre las fibras carbonosas y por otro lado una baja composición de los grupos oxigenados en su superficie.

El análisis de microscopía electrónica de barrido muestra claramente la morfología típica del material SBA-15 que consiste en elementos con forma tipo cuerda (Figura 4a) de aproximadamente 400 nm de diámetro (Stevens et al. 2006 y Ahmadi et al. 2014), así mismo este análisis revela la retención de esta misma morfología para el nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC (Figura 4b) y de los materiales MNC-8.6MHF (Figura 4c) y MNC-1MNaOH (Figura 4d) debida al proceso de nanomoldeo. Se puede observar también que estos dos últimos materiales no tuvieron alteraciones estructurales al finalizar el proceso de remoción del molde SBA-15, manteniendo la morfología antes mencionada. Resultados similares fueron obtenidos para los materiales MNC-28.9MHF, MNC-2MNaOH, MNC-4MNaOH y MNC-8MNaOH.

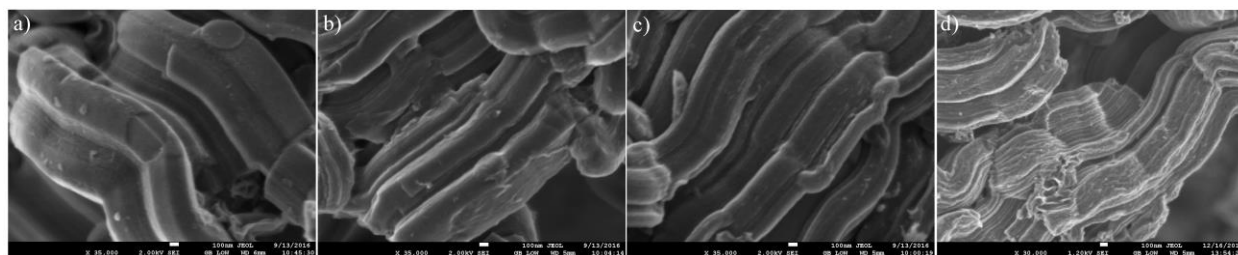


Figura 4. Micrografías de MEB de a) SBA-15 b) MNC-8.6MHF, c) MNC-1MNaOH y d) MNC-2MNaOH

Los resultados de espectroscopía de rayos X de energía dispersiva se muestran en la Figura 5, los cuales determinan la composición química elemental aproximada, que para el material SBA-15 revela la presencia de Si y O típicos del sílice en su composición (Shang et al. 2015). Para el nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC aparece la señal del carbono C por la inclusión de la azúcar refinada (95% C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) en los poros del SBA-15. Los espectros restantes muestran la composición de las 6 muestras MNC-1MNaOH, MNC-2MNaOH, MNC-4MNaOH, MNC-8MNaOH, MNC-8.6MHF y MNC-28.9MHF sometidas al proceso de remoción de Si en donde se puede observar la presencia de las cantidades despreciables de F y Na así como la disminución de la cantidad de oxígeno. Los resultados cuantitativos de la composición química elemental promedio de todos los materiales del presente estudio mostrados en la Tabla 2, revelan un notable cambio en el % en peso del silicio desde el molde SBA-15 (32.39 %) hasta el que obtuvieron las 6 muestras del proceso de remoción de Si que a lo más llegó al 0.6 % evidenciando la eficiencia de las soluciones de NaOH y HF que fueron utilizadas para remover el molde duro (Tomer et al. 2015). Respecto a los



materiales de carbono en donde se usó diversas soluciones de NaOH se muestran cantidades despreciables de residuos de Na que no sobrepasan el 1% y una notable disminución de la cantidad de oxígeno en concordancia con los resultados de la espectroscopia Raman aplicada.

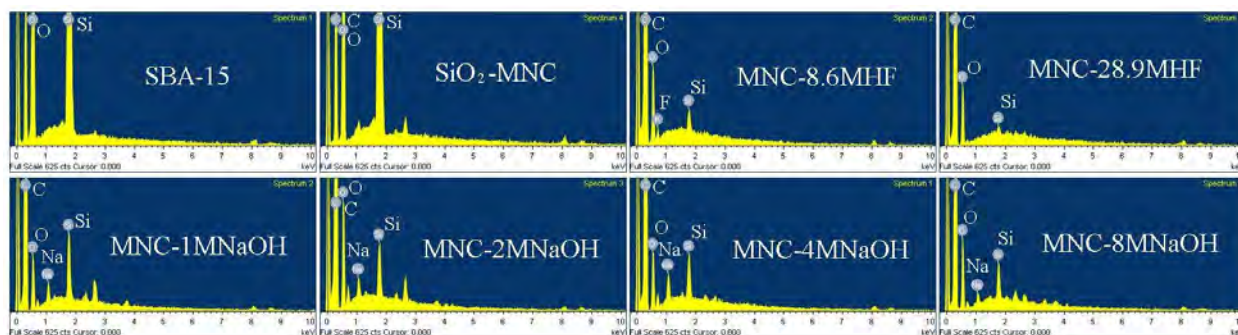


Figura 5. Espectros de EXED de todos los materiales en el presente estudio.

Tabla 2. Composición química elemental promedio

Muestra	EXED (% wt)				
	C	O	Si	F	Na
SBA-15	0	67.61	32.39	0	0
SiO <sub>2</sub> -MNC	33.22	42.90	23.87	0	0
MNC-28.9MHF	86.11	12.48	0.22	1.19	0
MNC-8.6MHF	85.08	14.71	0.21	0	0
MNC-1MNaOH	87.41	11.63	0.42	0	0.54
MNC-2MNaOH	85.49	13.65	0.54	0	0.32
MNC-4MNaOH	86.64	12.07	0.57	0	0.72
MNC-8MNaOH	83.34	16.05	0.32	0	0.29

### Conclusiones

Los resultados de las técnicas de caracterización aplicadas demuestran que las soluciones 1M NaOH, 2M NaOH, 4M NaOH, 8M NaOH, 8,6 M HF y 28,9 M HF aplicadas a las 6 muestras del nanocomposito SiO<sub>2</sub>-MNC lograron remover el molde o plantilla dura SBA-15 mínimo en un 99%. Cabe resaltar la independencia de la concentración de NaOH produciendo todas estas, casi la misma reducción en el % en peso de silicio en el proceso de remoción del molde. Por otro lado, los materiales de carbono micro-/nano estructurado MNC-1MNaOH, MNC-2MNaOH, MNC-4MNaOH, MNC-8MNaOH, MNC-8.6MHF y MNC-28.9MHF tuvieron una morfología tipo cuerda con una estructura mesoporosa que no sufrió alteraciones importantes debido al carácter corrosivo de los removedores de molde empleados.

### Recomendaciones

Acorde con los resultados presentados, se recomienda ampliamente el uso de soluciones de baja concentración de NaOH con el fin de eliminar el molde o plantilla dura basada en silice en el proceso de síntesis del material de carbono mico-/nano estructurado evitando así los riesgos del manejo del HF.

### Referencias

- Ahmadi E., N. Dehghannejad, S. Hashemikia, M. Ghasemnejad y H. Tabebordbar, "Synthesis and Surface Modification of Mesoporous Silica Nanoparticles and its Application as Carriers for Sustained Drug Delivery," *Drug Deliv*, Vol. 21(3), 2014
- Azimov F., I. Markova, V. Stefanova y Kh. Sharipov, "Synthesis and Characterization of SBA-15 and Ti-SBA-15 Nanoporous Materials for DME Catalysts," *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, Vol. 47, 2012.

- Babić B., M. Kokunešoski, M. Miljković, B. Matović, J. Gulicovski, M. Stojmenović y D. Bučevac, "New Mesoporous Carbon Materials Synthesized by a Templating Procedure", *Ceramics Int.*, Vol. 39, 2013
- Colthup N.B., "Spectra Structure Correlations in the Infra-red Region", *J. Opt. Soc. Am.*, Vol. 40, No. 6, 1950
- Ferrari A.C. y J. Robertson, "Resonant Raman Spectroscopy of Disordered, Amorphous and Diamondlike Carbon," *Phys. Rev. B*, Vol. 64, 2001
- Göltner C.G. y M.C. Weißenberger, "Mesoporous Organic Polymers obtained by 'Twostep Nanocasting'," *Acta Polym.*, Vol. 49, 1998
- Ignat M. y E. Popovici, "Synthesis of Mesoporous Carbon Materials Via Nanocasting Route – Comparative Study of Glycerol and Sucrose as Carbon Sources," *Rev. Roum. Chim*, Vol. 56, 2011
- Iijima S., "Helical Microtubules of Graphitic Carbon," *Nature*, Vol. 54, 1991
- Kouassi S.S., J. Andji, J.P. Bonnet y S. Rossignol, "Dissolution of Waste Glasses in High Alkaline Solutions", *Ceramics-Silikáty*, Vol. 54, 2010
- Kyotani T., T. Nagai, S. Inoue y A. Tomita, "Formation of New Type of Porous Carbon by Carbonization in Zeolite Nanochannels," *Chem. Mater.*, Vol. 9, 1997
- Ma T.Y., L. Liu y Z.Y. Yuan, "Direct Synthesis of Ordered Mesoporous Carbons", *Chem. Soc. Rev.*, Vol. 42, 2013
- Macias-Ferrer D., J.A. Melo-Banda, R. Silva-Rodrigo y U. Páramo-García, "Nanopartículas de PtNi sobre Carbono Mesoporoso para La Electro-Oxidación de Metanol en Medio Ácido," *Exploratoris Revista de la Realidad Global*, Vol. 6, 2017
- Manoj B. y A.G. Kunjomana, "Study of Stacking Structure of Amorphous Carbon by X-Ray Diffraction Technique," *Int. J. Electrochem. Sci.*, Vol. 7, 2012
- McCusker L.B., F. Liebau y G. Engelhardt, "Nomenclature of Structural and Compositional Characteristics of Ordered Microporous and Mesoporous Materials with Inorganic Hosts," *Pure Appl. Chem.*, Vol. 73(2), 2001
- Pimenta M.A., G. Dresselhaus, M.S. Dresselhaus, L.G. Cançado, A. Jorio y R. Saito, "Studying Disorder in Graphite-Based Systems by Raman Spectroscopy," *Phys. Chem. Chem. Phys.*, Vol. 9, 2007
- Ryoo R., J.M. Kim y C.K. Ko, "Improvement of Structural Integrity of Mesoporous Molecular Sieves for Practical Applications," *Studies in Surface Science and Catalysis*, Vol. 117, 1998
- Ryoo R., S.H. Joo, S. Jun, T. Tsubakiyama y O. Terasaki, "07-O-01 Ordered Mesoporous Carbon Molecular Sieves by Templated Synthesis: The Structural Varieties", *Studies in Surface Science and Catalysis*, Vol. 135, 2001
- Ryoo R., S.H. Joo, M. Kruk y M. Jaroniec, "Ordered Mesoporous Carbons", *Adv. Mater.*, Vol. 13, 2001
- Shang H., Y. Lu, F. Zhao, C. Chao y B. Zhang, "Preparing High Surface Area Porous Carbon from Biomass by Carbonization in Molten Salt Medium," *RCS Adv.*, Vol. 5, 2015.
- Sharma S. y Pollet G.B., "Support Materials for PEMFC and DMFC Electrocatalysts. A Review", *J. of Power Source*, Vol. 208, 2012
- Sing K.S.W., "Physical and Biophysical Chemistry Division Commission on Colloid and Surface Chemistry including Catalysis", *Pure & Appl. Chem.*, Vol. 54(11), 1982
- Stevens W.J.J., K. Lebeau, M. Mertens, G. Tendeloo, P. Cool y E.F. Vansant, "Investigation of the Morphology of the Mesoporous SBA-16 and SBA-15 Materials," *J. Phys. Chem. B*, Vol. 110, 2006
- Thielemann J.P., F. Girgsdies, R. Schlögl y Ch. Hess, "Pore Structure and Surface Area of Silica SBA-15: Influence of Washing and Scale-up," *Beilstein Journal of Nanotechnology*, Vol. 2, 2011
- Tomer V.K., S. Duhan, P.V. Adhyapak y I.S. Mulla, "Mn-Loaded Mesoporous Silica Nanocomposite: A Highly Efficient Humidity Sensor," *J. Am. Ceram. Soc.*, Vol. 98, 2015.
- Wahab M.A., F. Darain, M.A. Karim y J.N. Beltrami, "Nano-confined Synthesis of Highly Ordered Mesoporous Carbon and its Performance as Electrode Material for Electrochemical Behavior of Riboflavin (Vitamin B2) and Dopamine, *Int. J. Electrochem. Sci.*, Vol. 10, 2015
- Wang Y., D.C. Alsmeyer y R.L. McCreery, "Raman Spectroscopy of Carbon Materials: Structural Basis of Observed Spectra," *Chem. Mater.* Vol. 2, 1990.
- Zhang L., T.D. Zhang, R. Gao, D.Y. Tang, J.Y. Tang y Z.L. Zhan, 2016, Preparation and Characterization of Mesoporous Carbon Materials of Chinese Medicine Residue with High Specific Surface Areas, *Chem. Eng. Trans.*, Vol. 55, 2016
- Zhao D., J. Feng, Q. Huo, N. Melosh, G.H. Fredrickson, B.F. Chmelka y G.D. Stucky, "Triblock Copolymer Syntheses of Mesoporous Silica with Periodic 50 to 300 Angstrom Pores," *Science*, Vol. 279, 1998.

## Notas Biográficas

El **M.C. David Macias Ferrer** es estudiante en el programa de doctorado en ciencias en materiales del Instituto Tecnológico de Cd. Madero, obtuvo su maestría en ciencias en Ingeniería Química en el mismo Instituto, es licenciado en Pedagogía especializado en la enseñanza de las ciencias, maestro en Educación, autor de la obra "Las Nuevas Tecnologías y el Aprendizaje de las Matemáticas" publicada en el 2007 por la revista Iberoamericana de Educación, es miembro de la Sociedad Mexicana del Hidrógeno, Asociación Mexicana del Carbono, Academia Mexicana de Catálisis y Sociedad Mexicana de Electroquímica.

El **Dr. José Aarón Melo Banda** es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero donde obtuvo su doctorado en Ciencias en Petroquímica, es fundador del Centro de Investigación en Petroquímica Secundaria del mismo Instituto. Ha publicado más de 60 artículos en revistas como Catalysis Today, Applied Catalysis e International Journal of Hydrogen Energy. Es miembro de la Sociedad Mexicana del Hidrógeno, Asociación Mexicana del Carbono, Academia Mexicana de Catálisis, Sociedad Mexicana de Materiales entre otras. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

El **Dr. Ulises Páramo García** es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero. Obtuvo su doctorado en Química en la Universidad de Guanajuato. Es maestro en Ciencias especializado en Química, Tiene un posdoctorado obtenido en Laboratorio de Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Ha publicado mas de 25 obras en revistas como International Journal of Electrochemical Science, Journal of New Materials for Electrochemistry Systems, Journal of the Electrochemical Society, Journal of Applied Electrochemistry. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

La **Dra. Rebeca Silva Rodrigo** es profesora investigadora en el Instituto Tecnológico de Cd. Madero. Obtuvo su doctorado en Ciencias con la especialidad en Ing. Química en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa. Ha publicado más de 35 artículos en revistas como Catalysis Today, Applied Catalysis e International Journal of Hydrogen Energy. Es presidenta de la Academia Mexicana Multidisciplinaria. Coordinadora del programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Química de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Cd. Madero. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

# Aislamiento e identificación de *Trichoderma* sp. y su efectividad como antagonista frente a *Macrophomina* sp., causante de la pudrición carbonosa en sorgo

Manuel Madrid González<sup>1</sup>, Juan Flores Gracia<sup>2</sup>, Jesús Gerardo García Olivares<sup>2</sup>, Sergio Antonio Nodal Moreno<sup>2</sup>,  
Martin Reyes Lara<sup>2</sup>.

## RESUMEN

Se aislaron dos cepas de *Trichoderma* sp. de la rizosfera de caña de dos parcelas del municipio de Ocampo, Tamaulipas las cuales fueron identificadas a nivel de especie mediante PCR-RFLP, amplificando la región ITS1, ITS2 y 5.8S del ADN ribosomal y cortando con las enzimas DdeI, AluI y BstBI, coincidiendo ambas cepas con la especie *Trichoderma longibrachiatum*, para probar la capacidad antagonicas de las cepas aisladas frente al patógeno *Macrophomina* sp. se usó la técnica de cultivos duales, resultando en una disminución del radio del patógeno frente a los antagonistas, reduciéndolo en promedio un 76% a un 79% con ambas cepas. También se evaluó la capacidad de los antagonistas para disminuir el daño que *Macrophomina* sp. causa en plántulas de sorgo, resultando en una disminución del daño que el patógeno causa y reduciendo el índice de plántulas enfermas.

## PALABRAS CLAVE

*Macrophomina* sp., *Trichoderma* sp., cultivo dual.

## INTRODUCCIÓN

En Tamaulipas uno de los cultivos más importantes es el sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), siendo este estado el de mayor producción en México, en el cual casi el 90% de la superficie que se cultiva de este cereal se origina en condiciones de temporal (Williams–Alanís et al. 2006). La producción de este y cualquier cultivo se ve menguada por distintos factores negativos, tales como el clima adverso, plagas y enfermedades que terminan por afectar la cantidad y la calidad de los cultivos (Agrios 1988). Los hongos fitopatógenos son unos de los de mayor importancia ya que afectan a la mayor parte de los cultivos agrícolas, algunos de los géneros de más interés en el país son: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Macrophomina* (Rodríguez 2001), en el norte de Tamaulipas la pudrición carbonosa (*Macrophomina* phaseolina), el mildiu vellosa (*Perenosclerospora sorghi*), el carbón de la panoja (*Sporisorium reilianum*), cornezuelo (*Claviceps* sp.) y la contaminación de granos por micotoxinas (*Aspergillus* sp.) (Díaz-Franco y Montes-García 2008). Entre las varias enfermedades que afectan al cultivo de sorgo, destaca la pudrición carbonosa causada por *M. phaseolina*, cuya incidencia es mayor cuando las plantas de sorgo están expuestas a largos períodos de sequía y altas temperaturas (Clafin y Giorda 2002) condiciones muy comunes en Tamaulipas. El método más común para eliminar o controlar a los hongos fitopatógenos es la aplicación de fungicidas, aunque el uso excesivo de estos ha ido provocando que muchos patógenos se vuelvan resistentes (Alcala 1985, Yehia, et al., 2006). Como medida de control alternativo al uso de fungicidas está el uso de agentes de control biológico; uno de estos es el género *Trichoderma* sp. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue el aislar hongos del género *Trichoderma* sp. a partir de rizosfera de caña, identificarlos a nivel de especie y evaluar su capacidad como antagonista frente al patógeno *Macrophomina* sp. causante de la enfermedad “pudrición carbonosa” en el cultivo de sorgo.

## MATERIALES Y METODOS:

### Muestreo y aislamiento de *Trichoderma*.

El muestreo se realizó aleatoriamente tomando 20 muestras en 2 lotes de caña de azúcar en el municipio de Ocampo, Tamaulipas, el primero se ubica en las coordenadas 22°45'12.63" y el segundo se ubica en las coordenadas 22°49'46.79". De las distintas muestras se realizaron los aislamientos mediante el método de diluciones seriadas, de

---

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Cd. Victoria Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A.P. 175 C.P. 87010, Cd. Victoria Tamaulipas. [manuelmadrid1991@hotmail.com](mailto:manuelmadrid1991@hotmail.com).

estas diluciones se colocó 0.1 ml en cajas Petri con medio PDA para después esparcirlo con un asa de vidrio realizando esto por triplicado (Moya 2014).

### **Identificación morfológica de *Trichoderma*.**

La identificación a nivel de género se realizó preparando laminillas con los hongos encontrados para después observarlos al microscopio, además se observó su desarrollo en cajas con petri con PDA (DIBICO®) (Kubicek y Harman 1998).

### **Extracción de ADN y PCR.**

Para la extracción de ADN se utilizó el kit DNAzol®, agregando 800 µl de DNAzol® a un tubo eppendorf de 1.5 mL con la muestra de micelio, para posteriormente macerarlo con un pistilo y después de esto se colocó la muestra en una plancha de calentamiento a 90 °C por 30 minutos y luego se dejó en incubación durante un día a 37 °C, al terminar se centrifugó la muestra a 7000 rpm durante 5 minutos, el sobrenadante se separó y se colocó en un nuevo tubo eppendorf, se agregaron 500 µl de etanol puro, se agitó suavemente y se centrifugo a 14000 rpm durante 3 minutos, el sobrenadante es eliminado y la pastilla se lavó con 500 µl de etanol al 70 %, se agitó y se centrifugó a 14000 rpm durante 3 minutos se eliminó el sobrenadante y se dejó secar la pastilla durante 10 o 15 minutos, después se agregaron 20 µl de agua ultra pura. La amplificación de las regiones ITS1, ITS2 y 5.8S del ADN ribosomal se realizó mediante PCR utilizando los iniciadores ITS1 e ITS4. Cada reacción de PCR contiene 20 µl de mix (Agua 14.7, Buffer 10x 2.5, DNTPs 25mM, 0.25 µl, BSA 25x 1 µl), 3 µl de ADN, 2 µl de ITS1-4 y 0.4 µl de TaqPol para un volumen final de 25.4 µl. La reacción de PCR se llevó a cabo con el programa Y1Y2.

### **RFLP.**

Las enzimas que se utilizaron son las siguientes: Alu1, BstB1, Dde1. Para la reacción se colocaron en un tubo eppendorf de 0.5 ml 11 µl de agua ultra pura, 2 µl de Buffer enzimático, 4 µl de muestra de la PCR y 0.5 µl de enzima y se dejaron incubando a 37 °C excepto BstB1 que se incubó a 65 °C durante toda la noche.

### **Pruebas de antagonismo *in vitro*.**

El patógeno utilizado en estas pruebas fue entregado a nosotros por el Centro de Biotecnología Genómica el cual fue aislado de plantas enfermas de sorgo. El efecto antagónico de *Trichoderma* sp. sobre el hongo patógeno *Macrophomina* sp. se determinó utilizando el método de cultivos duales, también se hizo crecer el hongo patógeno en ausencia de *Trichoderma* para usarlo como control (Dennis y Webster 1971). De cada confrontación se realizaron quince repeticiones. El porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR), empleando la siguiente fórmula,  $PICR = (R1 - R2) / R1 \times 100$ , donde R1 es el radio del patógeno testigo y R2 es el radio del patógeno en enfrentamiento (Royse y Ries 1978). Los radios obtenidos de las pruebas de antagonismo se sometieron a una prueba de ANOVA de una sola vía (0.05) y una prueba de Tukey (0.05), para buscar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

### **Pruebas de antagonismo en plántulas de sorgo.**

Se esterilizaron semillas de sorgo dejándolas reposar en cloro al 3% durante 24 horas, después se lavaron con agua destilada estéril y se colocaron en una solución de esporas de *Trichoderma* 10 semillas para el aislamiento L1T1 y 10 semillas más en una solución de esporas del aislamiento L2T2 a una concentración de  $2 \times 10^6$ /ml, posteriormente se colocaron en charolas de germinación de dimensiones de 5 cm por 14 cm, con una mezcla de Peat Moss marca PREMIER®, y que previamente fue inoculado con un mL de una suspensión de esporas de *Macrophomina* en una concentración de  $6 \times 10^6$  de esporas por mL, se hicieron diez repeticiones para cada uno de los hongos antagonistas, la duración de los experimentos fue de 30 días, al término de este tiempo se evaluó la incidencia de la enfermedad, además se midió la altura de las plántulas y el largo de las raíces para compararlas en una prueba de ANOVA y una prueba de Tukey (0.05) y saber si las cepas antagonistas reducen la severidad de la enfermedad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Identificación morfológica de *Trichoderma* spp.

En nuestro trabajo el aislamiento y caracterización por morfológica nos permitió la identificación de hongos del género *Trichoderma* ya que nuestros aislados presentaron las características morfológicas del hongo, Gams y Bisset, (1998) mencionan que los hongos del género *Trichoderma* se caracterizan por ser de rápido crecimiento en medio cultivo y producen una gran cantidad de esporas de distintos tonos de verde, característicos de este género además también mencionan que al reverso las colonias suelen ser incoloras, amarillas o ámbar, características que mostraron las cepas aisladas en nuestro estudio, además de presentar conidióforos ramificados.

### Identificación molecular de *Trichoderma* sp.

Para la identificación de género y especie se realizó PCR-RFLP, utilizamos la amplificación de las regiones ITS1, ITS2 y 5.8S del ADN ribosomal, los cuales también han sido utilizados por Hermosa *et al.*, (2000). Se buscaron secuencias de las distintas especies de *Trichoderma* en la página de GenBank y con las secuencias se efectuaron simulaciones de corte con distintas enzimas en la página NEBcutter, y se eligieron las enzimas Alu1, BstB1 y Ded1, que dieran patrones de corte que permitieran distinguir entre especies. El producto de PCR dio un fragmento de 660 pb para la cepa L1T1 y un fragmento de 645 pb para la cepa L2T2, la cepa L1T1 no mostró sitios de restricción para la enzima Alu1 y tampoco para la enzima BstB1. Sin embargo Ded1 corta dos veces creando un fragmento de 378 pb, un segundo fragmento de 207 pb y uno más de 80 pb, en cuanto a la cepa L2T2 solo la enzima Ded1 tuvo sitios de restricción cortando dos veces y dejando tres fragmentos, el primero de 363 pb, el segundo de 207 pb y un último fragmento de 80 pb, de acuerdo a estos patrones su género y especie pertenecen a la especie *Trichoderma longibrachiatum*, Trabajos realizados por Gams (1998), utilizando PCR-RFLP, también identificaron diferentes géneros de hongos *Trichoderma* de aislamientos de suelo agrícolas.

### Pruebas de antagonismo in vitro (cultivos duales).

En nuestro estudio las cepas antagonistas contra el patógeno *Macrophomina*, ambas cepas redujeron significativamente el radio del patógeno encontrando que la cepa L1T1 en promedio reduce un 76% el radio del patógeno variando de un 72% a un 79% en comparación con el tratamiento testigo y para la cepa L2T2 el valor promedio del porcentaje de inhibición es de 78% con una variación de 72% a 82%, consiguiendo resultados mejores o similares a otros trabajos que han comprado el antagonista *T. koningi* contra el patógeno *Macrophomina phaseolina*, obteniendo porcentajes de inhibición de 61.4% y de 74.3% (Gajera *et al.*, 2012), mientras que otros lograron porcentajes que van de 65.64% a 81.25% y de 63.33% a 81.62% usando las especies *T. harzianum* y *T. viride* respectivamente (Pardeep *et al.*, 2015), así mismo con aislamientos provenientes de sorgo y frijol se ha logrado reducir in vitro el radio de crecimiento de *M. phaseolina* en 29% a 90% y un 17% a 99% (Larralde *et al.*, 2008, Guión-López *et al.*, 2010).

### Pruebas de antagonismo en plántulas de sorgo.

En las pruebas de invernadero en plántulas de sorgo comercial inoculado con la cepa de *Macrophomina* y los dos aislamientos de *Trichoderma*, se presentaron diferentes estadísticamente del tratamiento testigo y las plantas inoculadas con el patógeno. Al realizar la prueba de ANOVA con los datos obtenidos de las pruebas de antagonismo in vivo (altura del tallo y el largo de la raíz) se halló que al menos uno de los tratamientos es distinto de los demás y de la prueba de Tukey se obtuvo que todos los tratamientos son distintos estadísticamente del tratamiento que solo fue inoculado con *Macrophomina* sp., por lo que el patógeno en nuestro estudio disminuyó el tamaño del tallo y el largo de la raíz debido a la destrucción progresiva de la raíz como lo menciona Smith *et al.*, (1989). Otro resultado que detectamos en nuestro trabajo fue que las cepas L1T1 y L2T2 reducen significativamente la severidad con la que el patógeno afecta a las plántulas, ya que la cepa L2T2 disminuyó la incidencia de plántulas enfermas en 90%, estudios similares han conseguido evitar el daño de pudrición carbonosa de la raíz en cultivos como el cacahuate, provocado por *M. phaseolina* cuando se inocularon con cepas de *T. viride* y *T. harzianum* reduciendo el daño de raíz de un 73.34% y un 66.67% respectivamente (Pardeep *et al.*, 2015).

### CONCLUSIONES:

- Se aislaron dos cepas de *Trichoderma* ambas pertenecientes a la especie *T. longibrachiatum*.
- Ambas cepas reducen significativamente el radio del patógeno in vitro, considerándose mejor la cepa L2T2 pues reduce más el radio del patógeno.
- La incidencia de la enfermedad causada por *Macrophomina* sp. es de 90% en plántulas de sorgo.
- Ambas cepas reducen la incidencia de la enfermedad y también reducen la severidad significativamente, considerándose mejor la cepa L2T2 pues reduce a un 10 % la incidencia de la enfermedad.

### AGRADECIMIENTOS.

Se agradece al Instituto Tecnológico de Cd. Victoria por permitirnos usar el laboratorio de microbiología para realizar el trabajo.

### LITERATURA CITADA.

Agrios GN (1988) Plant pathology. Academic Press, Inc. Third edition. San Diego, U.S.A. 803 p.

Alcala D, Marcano J y Pire A (1985) Presencia de cepas del hongo *Phytophthora infestans* (mont) de Bary resistentes a metalaxil en siembras de papa del estado de Lara. España. *Agronomía Tropical*. 3(35): 43-55.

Clafin LE y Giordo LM (2002) Chapter 33: Stalk rots of *Sorghum*. In : *Sorghum* and millets diseases. Leslie JF (ed) Iowa State Press a Blackwell Publishing Company, U.S.A. 185-190 pp.

Dennis C and Webster J (1971) Antagonistic properties of species group of *Trichoderma*. III. hyphal interactions. Great Britain. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 3(57):363-369.

Díaz FA y Montes GN (2008) La fitopatología en la región semiárida de Tamaulipas, México: Reseña histórica. México. *Revista Mexicana de fitopatología*. 1(26):62-70.

Gajera HP, Bambharolia RP, Patel SV, Khatrani TJ and Goalkiya BA (2012) Antagonism of *Trichoderma* spp. against *Macrophomina phaseolina*: Evaluation of coling and cell Wall degrading enzymatics activities. *Plant Pathology and Microbiology*. 3(7): 1-7.

Gams W and Bissett J (1998) Morphology and identification of *Trichoderma*. In: *Trichoderma and Gliocladium* Vol. I. Basic Biology ,Taxonomy and Genetics. Kubicek C P and Harman GE (eds) Taylor & Francis Ltd. 3-34 pp.

Gams W and Bissett J (1998) Morphology and identification of *Trichoderma*. In: *Trichoderma and Gliocladium* Vol. I. Basic Biology ,Taxonomy and Genetics. Kubicek C P and Harman GE (eds) Taylor & Francis Ltd. 3-34 pp.

Guigón-López C, Guerrero-Prieto V, Vargas-Albores F, Carvajal-Millán E, Ávila-Quezada GD, Bravo-Luna L & Lorito M (2010) Identificación molecular de cepas nativas de *Trichoderma* spp. su tasa de crecimiento in vitro y antagonismo contra hongos fitopatógenos. México. *Revista mexicana de fitopatología*. 2(28): 87-96.

Kubicek CP, Harman GE (1998) *Trichoderma* and *Gliocladium* Vol. I. Basic Biology ,Taxonomy and Genetics. Taylor & Francis Ltd, London, UK. 293 p.

Larralde CC, Santiago MR, Sifuentes RA, Rodríguez LI, Rodríguez PM, Shirai K, and Narváez ZI (2008) Biocontrol potential and polyphasic characterization of novel native *Trichoderma* strains against *Macrophomina phaseolina* isolated from sorghum and common bean. *Applied Microbiology and Biotechnology*. (80): 167-177.

Moya J, Garcia S, Aviles E, Andujar F y Nuñez P (2014) Aislamiento de cepas de *Trichoderma* de suelos, sustratos y raíces de plantas en invernaderos en la Republica Dominicana. República Dominicana. *Revista APF*. 3(2):12-13.

Rodríguez G (2001) Biodiversidad de hongos fitopatógenos de suelo de México. Mexico. *Acta zoológica mexicana* (Nueva serie). Número especial. 1:53-78.

Royse DJ and Ries SM (1978) The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of *Cytospora cincta*. U.S.A. *Pyhtopathology*. 4(68):603-607.

Smith R, Hodges C and Cordell C (1989) Charcoal root rot and black root rot. In: *Forest nursery pest*. Cordell CE, Anderson RL, Hoffard WH, Lands TD, Smith RS and Harvey T (eds) *Agriculture Handbook*. No.680. USDA Departament of agriculture: forest service. 112-113 pp.

Williams AH, Montes GN y Pecina QV (2006) Capítulo 3: Sorgo. In: *Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos*. Rodríguez del Bosque LA (ed.) Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tam., México. 32-54 pp.

Yehia AG, Aly AA, Omar MR and Abdel-Wahab AI (2006) Variation in sensitivity among some isolates of *Macrophomina phaseolina* isolated from cotton roots to Flutolanil fungicide. *Mycobiology*. 34(2): 99-103.

# El clima social escolar en el aula como elemento fundamental para un aprendizaje significativo

Ing. Claudia Odilia Magallán Muñoz<sup>1</sup>, M.C. Silvia Vázquez Rojas<sup>2</sup>,  
M.C. Salustia Teresa Cano Ibarra<sup>3</sup>

**Resumen**— El propósito de este trabajo es analizar el clima social académico en el aula, en la búsqueda de factores de mayor incidencia sobre los niveles de aprendizaje escolar de los estudiantes de Licenciatura del Instituto Tecnológico de Celaya, ya que se ha reconocido el Clima Social como aspecto clave de la calidad docente en el ámbito universitario, el cual se ha presentado este constructo de forma sistemática, partiendo de la adaptación de un cuestionario sobre clima social en el aula, que consta de factores como son la actuación del profesor y relación con los alumnos, la atmósfera afectiva sentimiento de pertenencia y comportamiento normativo, y relación entre los estudiantes.

Por ello es importante comprender que el clima social positivo conlleva a propiciar un buen aprendizaje y por ende motivación y productividad de los estudiantes, asimismo se participa oportunamente en las intervenciones didácticas y sociales en el aula.

**Palabras clave**— clima social, dimensiones afectivas, rendimiento académico, evaluación docente, aprendizaje significativo.

## Introducción

En el área de investigación educativa, el clima social escolar en el aula, que no sólo impacta a todos los niveles sociales y académicos, sino que influye en las conductas y actitudes de las personas que interactúan en el aula, puede suscitar el buen desarrollo de la calidad escolar, el crecimiento personal de los estudiantes y de su aprendizaje. Este concepto surge del precedente constructo de “clima organizacional” del área de la psicología social, que muestra el comportamiento de las personas en los contextos organizacionales, los cuales son identificados por elementos que establecen las relaciones entre los actores, elementos relativos al funcionamiento de la organización y condiciones físicas del ambiente. Asimismo el clima social comprende un conjunto de características psicosociales que asocia las necesidades y motivación de los sujetos para lograr una máxima eficacia en el aprendizaje de los estudiantes. Es importante que los educadores consideren estos aspectos psicosociales dentro de la práctica docente ya que como elemento fundamental en el desarrollo de cada estudiante es compromiso promover tanto un mejor desempeño académico en base al diseño instruccional, como también motivar la búsqueda del conocimiento y así a través de la caracterización del proceso enseñanza-aprendizaje el estudiante logre alcanzar las competencias específicas de las asignaturas.

La finalidad de este trabajo es presentar mediante un instrumento de evaluación la percepción que tienen los estudiantes en el Instituto Tecnológico de Celaya (ITC), referentes a los aspectos sociales (afectivos) que involucran el clima social académico en el desempeño docente respecto a las relaciones entre el profesor con los estudiantes, entre los mismos estudiantes, la influencia en el aprendizaje y rendimiento académico a nivel universitario.

### *Fundamentos teóricos del aprendizaje*

Desde la postura constructivista se considera al *alumno, estudiante o aprendiz* como un sujeto activo procesador de información, quien posee una serie de esquemas, planes y estrategias para aprender a solucionar problemas (Hernández, 1997), y sostiene que el estudiante es responsable de su propio aprendizaje. Una condición para propiciar el aprendizaje significativo es que el alumno tenga la disposición, intención y el esfuerzo por aprender. Asimismo para favorecer la atención, el interés y aplicación durante el aprendizaje, la enseñanza debe ser significativa y que durante esta, el estudiante mantenga un papel activo, sintiéndose responsable y protagonista, interactuando con el profesor y sus compañeros (Hernández Pedro, 2007).

Los conocimientos que conforman la estructura cognitiva de los estudiantes, como son las experiencias físicas, relaciones sociales y afectivas, conocimientos intuitivos, vocabulario o lenguaje, de acuerdo con dicha teoría, son sumamente importantes, porque es a partir de estos que el docente debe de considerar para planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

<sup>1</sup> La Ing. Claudia Odilia Magallán Muñoz es Profesora del Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Celaya, Campus I. [claudia.magallan@itcelaya.edu.mx](mailto:claudia.magallan@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> La M.C. Silvia Vázquez Rojas es Profesora del Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Celaya, Campus I. [silvia.vazquez@itcelaya.edu.mx](mailto:silvia.vazquez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.C. Salustia Teresa Cano Ibarra es Profesora del Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Celaya, Campus I. [teresa.cano@itcelaya.edu.mx](mailto:teresa.cano@itcelaya.edu.mx)



Con base en la teoría ausubeliana, el *profesor* debe promover el aprendizaje significativo de los contenidos del currículo (Hernández, 1997); se constituye en un organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento, en el sentido de orientar y guiar la actividad constructiva de sus alumnos, proporcionándoles ayuda ajustada y pertinente a su nivel de competencia (Díaz F., Hernández R., 2010).

“Hoy se reconoce que no hay aprendizajes fuera del espacio emocional, que todo lo que hace tiene una emoción en la base, que el clima emocional del aula es el principal factor que explica las variaciones en el rendimiento de los alumnos, que las emociones sirven para pensar mejor, que las emociones influyen en la salud, para bien o para mal, que las emociones permiten la supervivencia de las personas y grupos, que la inteligencia emocional es más importante que la inteligencia cognitiva y que el conocimiento de sus propias emociones y poder modularlas, es el mejor predictor de éxito”. (Casassus J., 2007).

Existen investigaciones que prueban que el clima social positivo no sólo beneficia los logros académicos de los estudiantes sino que facilita el aprendizaje de quienes lo integran. “Por el contrario, los climas escolares negativos u obstaculizadores del desarrollo de los actores de la comunidad educativa, generan estrés, irritación, desgano, depresión, falta de interés y una sensación de agotamiento físico”. (Mena I., Valdés A.M., 2008). Casassus menciona que el aspecto crucial para la formación humana y el aprendizaje es: la relación. Y hace referencia que la relación es un tipo de conexión que une a una persona consigo mismo o que la une a otra u otras personas.

Asimismo estudios declaran que el rendimiento académico, la autoestima, la autoeficacia y la autorregulación de la tarea pueden ser modificados por la percepción del clima académico de los estudiantes. De igual forma, el profesor es un modelo de actitudes, valores y comportamientos, que ejerce influencia en los estudiantes para promover actitudes positivas (o negativas). Se propone que a través de un mensaje persuasivo, el modelado de actitudes y la inducción de la disonancia cognitiva se puedan aprender los contenidos actitudinales (Díaz F. y Hernández G., 2010; Pozo J. y Gómez M., 2012).

#### *Modelo Educativo para el siglo XXI*

El SNIT (Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos) con base en el Modelo Educativo para el Siglo XXI (MESXXI), la formación profesional se ejerce como un proceso continuo en todas las potencialidades del ser humano, orientado a la búsqueda de la plenitud en el aprender a hacer, aprender a ser, a emprender y a convivir, lo cual lo convierte en un ciudadano profesionalista consciente, responsable y solidario (SNEST, 2012). De igual manera presenta al MESXXI, como una estrategia en el ámbito nacional para afrontar los desafíos que plantean las transiciones demográfica, económica, política y social que marcan el presente y el devenir histórico próximo del país, el cual está constituido por tres componentes: dimensión filosófica, académica y organizacional y también conformado por tres procesos: el Proceso Educativo (proceso central), la Planeación (Proceso estratégico) y el Proceso Clave (la calidad).



Figura 1. Representación de la Dimensión Académica del Modelo Educativo para el Siglo XXI.



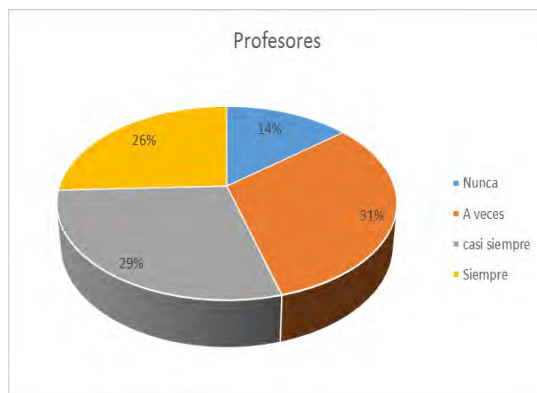


Figura 2. Dimensión profesores.

### Dimensión Normas

Como complemento a la medición del clima social se consideró la dimensión normas, en ella se incluyó aspectos en relación a si el estudiante se sentía a gusto con su carrera, orgullo de pertenecer al ITC, si los profesores llevan a cabo acciones para que en el aula se cumplan las normas de comportamiento, si consideran al instituto como un espacio agradable, si se ha explicado a los estudiantes las normas de funcionamiento del instituto y si se ha explicado que pasa si un alumno incumple una norma en el aula.

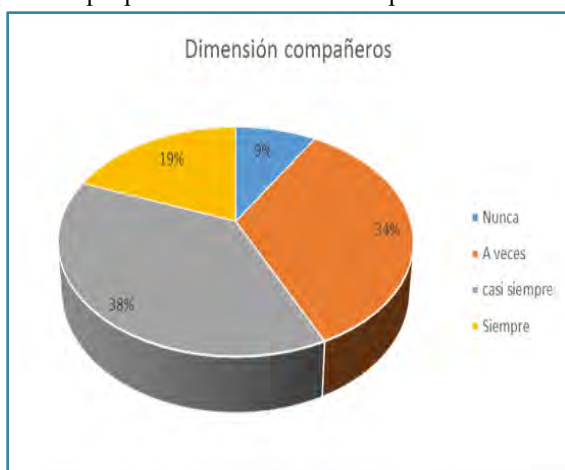


Figura 3. Dimensión compañeros

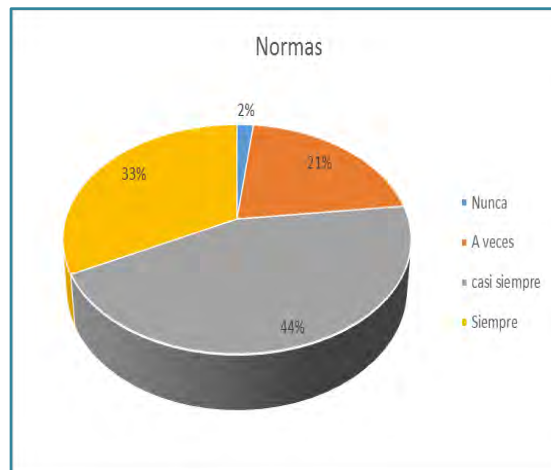


Figura 4. Dimensión normas.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Los resultados de la investigación, muestran en la Figura 2 que en la Dimensión profesor las respuestas de los estudiantes donde el 29 % consideran que casi siempre se presenta un buen clima social en el aula en referencia a los profesores, el 34% considera que nunca, el 19% como a veces y el 9% como nunca. Asimismo en la Figura 3 en la Dimensión compañeros se muestra que el 38% de los estudiantes considera que casi siempre se presenta un clima social conveniente entre ellos, el 34% lo consideran como a veces, el 19% siempre y el 9% como nunca. Finalmente en la Dimensión normas en la Figura 4, se observa que el 44% considera como casi siempre, el 33% lo consideran siempre, el 21% como a veces y solo el 2% lo consideran como nunca.

#### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos. Se puede percibir que los estudiantes en las dimensiones profesores y compañeros, las escalas de mayor frecuencia están entre “a veces y casi siempre”, sin embargo, en “nunca” la dimensión profesores es mayor, ello puede considerarse como una invitación para que los profesores realicen acciones que promuevan un mejor clima social, sobre todo en los aspectos de la comunicación entre profesores y estudiantes, satisfacción con el logro de las competencias de los alumnos y en la motivación en el aula.

En la dimensión normas al contrario de las otras dos, las escalas de mayor frecuencia corresponden a “casi siempre” y “siempre”, esto indica que en su mayoría los estudiantes están conscientes de la normativa que regula a la institución, están orgullosos de pertenecer a la institución y se sienten “a gusto con su carrera”.

### Recomendaciones

Sin duda la infraestructura, la buena organización institucional basada en una planeación y una normatividad que rige la institución son parte de un ambiente escolar, sin embargo los educadores debemos de realizar este tipo de investigación para conocer las características de los grupos con los que trabaja y realizar acciones que potencien el desarrollo del conocimiento en el aula.

### Referencias

- Casassus Juan. “La Educación del ser emocional,” Editorial Cuarto Propio, Chile. 2da. Edición, junio 2007.
- Díaz, F. y Hernández, G. “Estrategias docentes para un aprendizaje significativo,” México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2010.
- Hernández, G. “Módulo Fundamentos del Desarrollo de la Tecnología Educativa (Bases Psicopedagógicas),” Coordinador: Frida Díaz Barriga Arceo. México: ILCE-OEA, 1997.
- Hernández, P. “Diseñar y enseñar: teoría y técnicas de la programación y el proyecto docente,” Narcea, S.A. de Ediciones, Madrid
- Mena I., Valdés, A.M. “Clima social escolar,” Chile. Dirección de internet: [http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/clima\\_social\\_escolar.pdf](http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/clima_social_escolar.pdf)
- Rostan, C., Cañabate, D., González, M., Albertín, P. y Pérez, M. “Una herramienta para valorar el clima social del aula en entornos universitarios,” *Revista Journal of Research in Educational Psychology* (en línea), Vol.13 No. 36, consultada por internet en septiembre 2015. Dirección de internet: <http://www.redalyc.org/pdf/2931/293141133009.pdf>
- SNEST (2012). “Modelo Educativo para el Siglo XXI,” México: SNEST
- Pozo, J. y Gómez, M. “Aprender y enseñar ciencia.” Madrid: Morata/Colofón., 2012.

### APENDICE

Listado de los ítems correspondientes con la adaptación al contexto universitario del Instituto Tecnológico de Celaya obtenido de los ítems originales de la Escala del Clima Social en el aula de Pérez, Ramos y López (2011).(Rostan Carles et al. 2015)

Escala de 4 opciones de respuesta: *nunca, a veces, bastantes veces, siempre.*

1 Los profesores se interesan personalmente por cada uno de nosotros.	24 El Instituto lleva a cabo acciones para evitar que hayan conductas de desprecio, discriminación o rechazo.
2 Los profesores escuchan a los alumnos sin interrumpir.	25 Los estudiantes llevan a cabo acciones para evitar que hayan conductas de desprecio, discriminación o rechazo hacia otros compañeros.
3 Los profesores muestran respeto por nuestros sentimientos.	26 En nuestro grupo-clase los estudiantes tenemos muy buena comunicación con los profesores.
4 Los profesores nos enseñan a que respetemos las ideas y los sentimientos de otras personas.	27 La mayoría de profesores nos animan a intervenir en nuestro grupo-clase.
5 Los profesores se muestran satisfechos cuando sacamos buenas notas.	28 En nuestro grupo-clase se favorece más a unos estudiantes que a otros.
6 Los profesores felicitan a los alumnos que ayudan a otros compañeros.	29 Todos los estudiantes de nuestro grupo-clase estamos implicados en la toma de decisiones que nos afectan.
7 Las relaciones entre nosotros y los profesores son agradables	30 Los estudiantes colaboramos entre nosotros.
8 Los alumnos estamos contentos con el grupo-clase.	31 En nuestro grupo-clase se favorecen debates entre nosotros.
9 La relación entre los profesores y los alumnos es cordial.	32 Los profesores animan a los estudiantes que quieren hacer las cosas de manera original.
10 Los profesores se interesan por nuestra formación (de una manera personalizada).	33 Los profesores llevan a cabo actuaciones para que en el aula se cumplan las normas de comportamiento.
11 Los profesores resuelven las dudas de los estudiantes.	34 En nuestro grupo-clase, los profesores y los estudiantes nos preocupamos los unos de los otros.
12 Respetamos y mostramos interés por todos los compañeros del grupo-clase.	35 El profesorado ignora nuestras necesidades formativas.
13 Los profesores nos transmiten, promueven respeto por las creencias, ideas y sentimientos de las otras personas.	36 No existe ambiente de colaboración entre el profesorado y el estudiante.
14 Los profesores se muestran satisfechos cuando mostramos el logro de competencias para la profesión.	37 Los estudiantes de nuestro grupo-clase nos interesamos por formarnos y ser profesionales competentes.
15 El profesorado facilita la ayuda y cooperación entre nosotros.	38 El ambiente que hay en las aulas es casi siempre tranquilo y sin conflictividad.
16 Los estudiantes estamos a gusto en nuestra Carrera.	39 Los profesores se muestran satisfechos con la “marcha” general de los estudiantes de nuestro grupo-clase.
17 Los estudiantes nos sentimos orgullosos de pertenecer al Instituto Tecnológico.	40 Los profesores se sienten satisfechos de este grupo-clase.
18 Los estudiantes parecen motivados para asistir a las clases.	41 En nuestra especialidad nos formamos como profesionales y como personas.
19 Hay compañeros a quienes no les preocupa ningún otro aspecto de su formación que las calificaciones (notas).	42 Los estudiantes nos preocupamos del progreso de nuestro grupo-clase.
20 Los estudiantes queremos que los resultados de nuestro trabajo sean mejores que el de los compañeros/eras.	43 Algunos estudiantes forman pequeños grupos excluyentes y no les importa el resto de compañeros.
21 En el aula me siento solo/a, no me siento acogido por los compañeros.	44 A los estudiantes se nos ha explicado claramente qué pasa si un alumno incumple una norma en el aula.
22 En nuestro grupo-clase los estudiantes tenemos una buena relación entre nosotros.	45 En nuestro grupo-clase hay demasiado alboroto (que impide el buen funcionamiento)
23 En nuestro grupo-clase los estudiantes muestran interés, atención a las intervenciones y aportaciones de nuestros compañeros.	

# LA CULTURA DEL AHORRO EN LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE TEPIC, NAYARIT

DR. Ignacio Maldonado Bernal<sup>1</sup>, Dr. Juan Pedro Salcedo Montoya<sup>2</sup>,  
M.E.S. José Francisco Haro Beas<sup>3</sup> y L.C. Fabiola Zavala Olvera<sup>4</sup>

**Resumen.-** El tema referente a la cultura del ahorro han sido de gran importancia socio-económico, razón por la cual se considera necesario educar y culturizar a la población. En términos agregados, se considera al ahorro, como el proceso mediante el cual una economía reserva parte de su producto y lo utiliza para generar ingresos en el futuro o enfrentar riesgos y crisis. El ahorro es considerado un elemento esencial en el proceso de acumulación de capital y crecimiento económico. Se ha observado que en los últimos años, organizaciones internacionales han alertado sobre mejorar la educación y cultura financiera de las personas, ya que las carencias en este ámbito orillan a personas a adoptar decisiones erróneas sobre su economía, con el consiguiente riesgo de pérdidas patrimoniales, endeudamiento excesivo hasta la exclusión financiera. De acuerdo con la (Condusef), el 43% de los trabajadores en Tepic, Nayarit, gasta más de lo que gana.

**Palabras clave:** Cultura, Ahorro, Reserva, Generación de ingresos.

## INTRODUCCIÓN

El ahorro es un tema de discusión siempre presente en los diversos ámbitos académicos, políticos y sociales del país. Es así porque el ahorro es considerado un elemento esencial en el proceso de acumulación de capital y para el crecimiento económico.

En términos agregados, se puede considerar al ahorro, como el proceso mediante el cual una economía reserva parte de su producto y lo utiliza para generar ingresos en el futuro.

Por otro lado, se ha observado que en los últimos años, organizaciones internacionales han alertado sobre la necesidad de mejorar la educación y cultura financiera de las personas, ya que las carencias en este ámbito pueden orillar a las personas a adoptar decisiones erróneas sobre su economía, con el consiguiente riesgo de pérdidas patrimoniales, endeudamiento excesivo hasta la exclusión financiera.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (Condusef): 62 de cada 100 mexicanos carece de educación financiera, el 80% de las familias ahorra fuera del sistema financiero y el 31% de los mexicanos gasta más de su nivel de ingreso. (financiero, 2014) Estas cifras demuestran la carencia de educación y de planeación financiera.

El interés por desarrollar una investigación sobre la cultura del ahorro en los habitantes de la ciudad de Tepic, Nayarit; surge por: la enorme importancia que en su momento, en la actualidad y en el futuro se le asignó como mecanismo fundamental para impulsar el desarrollo de nuestro país.

Esta investigación pretende determinar cuál es la cultura del ahorro que tienen los habitantes de Tepic, Nayarit; ya que no se administran bienes ni capital pensando en la vejez, e intentar valorar las distintas soluciones posibles ha dicho problema.

Se pretende que aporte a mejorar la calidad de vida del ahorrador y su familia, así como prever situaciones y poder solventar los gastos inesperados. El hábito de ahorrar fomenta una seguridad, lo cual impulsa a cumplir metas y poder brindar una estabilidad económica.

El ahorro es la diferencia entre el ingreso disponible y el consumo efectuado por una persona, una entidad o empresa.

---

<sup>1</sup> DR. Ignacio Maldonado Bernal es Profesor de Tiempo Completo de la Unidad Académica de Contaduría y Administración en la Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit. [Maldonado24\\_uan@hotmail.com](mailto:Maldonado24_uan@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> DR. Juan Pedro Salcedo Montoya es Profesor de Tiempo Completo de la Unidad Académica de Contaduría y Administración en la Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit. [pit\\_45@hotmail.com](mailto:pit_45@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.E.S. José Francisco Haro Beas es Profesor de Tiempo Completo de la Unidad Académica de Contaduría y Administración en la Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit.

<sup>4</sup> L.C. Fabiola Zavala Olvera es Profesora de la Unidad Académica de Contaduría y Administración en la Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit.

El problema es que la población no tiene la cultura del ahorro. De acuerdo con la encuesta: ahorro y futuro: ¿Cómo piensan los mexicanos? Realizada por la Amafore (con un total de entrevistados de 2,015 personas, de entre 20 y 60 años), el 43% respondió que no estaban acostumbrados a ahorrar. Sólo el 57% tenía el hábito del ahorro, y dentro de estos, sólo el 39% lo hace a través de un medio formal. (futuro, 2013)

El 31 de octubre es considerado el Día Mundial del Ahorro, fecha que surge en 1924 en Milán, Italia, y se mantiene con el objetivo de enseñar la importancia que tiene en la economía personal y de las familias. (financiero, 2014)

Si bien hay argumentos válidos para indicar que las personas no ahorran porque no les alcanza, es también porque les ha faltado tener más información financiera, ya que ahorrar requiere ciertos planteamientos para lograrlo, y si se realizan acciones como hacer un presupuesto y eliminar gastos superfluos se puede lograr. (financiero, 2014)

De acuerdo con especialistas, la falta de una cultura del ahorro pone en una situación financiera vulnerable a las familias cuando se presentan eventos extraordinarios que requieren de gastos inesperados, además de que presenta un problema a futuro para la población en su retiro. (financiero, 2014)

Para muchos expertos, elaborar un presupuesto mensual es la clave de tener unas finanzas sanas, aproximadamente el 20% se debe destinar exclusivamente al ahorro y llevarse a instituciones financieras que brinden un crecimiento de nuestro dinero en un periodo determinado y que a su vez estas mismas instituciones estén reguladas por las autoridades pertinentes. (financiero, 2014)

Sin embargo, el ahorro en casa y las famosas tandas son dos de los sistemas de ahorro informal más utilizados por los tapicenses, lo cual no brinda ningún aumento y seguridad a las personas.

Jóvenes y adultos, especialmente universitarios, necesitan un plan financiero, con ello no solo buscar orden, sino seguridad, estabilidad y libertad, mejor manejo del dinero obteniendo mejores beneficios, menores riesgos y errores, evitar un endeudamiento excesivo, un mejor retiro, la protección para cualquier eventualidad, por lo que es necesario buenos hábitos de ahorro y consumo, debidamente identificados con objetivos y metas las mismas que tienen que ser:

- ✓ Realista: metas que motive a lograrlas
- ✓ Tener un plazo: el tiempo que tomara llevar a cabo las metas
- ✓ Estimar costos: cuánto dinero se necesita para lograr una meta
- ✓ Pasos: se tiene que tener bien claro los pasos para lograr la meta que se ha establecido.

El estudio de la cultura del ahorro también es importante por otras razones. Una motivación fundamental de los individuos para ahorrar reside en la posibilidad de transferir recursos de un periodo a otro con la finalidad de mantener un consumo estable frente a cambios de su ingreso en el tiempo.

Este razonamiento es el sustento para los planteamientos basados en la hipótesis del ciclo de la vida (HCV) o de la hipótesis del ingreso permanente (HIP).

La hipótesis del ciclo vital considera que las personas planifican su comportamiento respecto al consumo y al ahorro a lo largo de amplios periodos de tiempos, con la intención de distribuir su consumo de la mejor manera en toda su vida. (economía, 2015)

Friedman introdujo la noción del ingreso permanente como determinante del consumo y del ahorro. La idea en la propuesta de Friedman resulta similar a la del modelo del ciclo de vida, donde los ingresos futuros, tanto como el ingreso presente, afectan al ahorro. (economía, 2015)

En los últimos años, en el país han aumentado de manera muy considerable las acciones e iniciativas en materia de educación financiera. En estas iniciativas se puede observar un fuerte interés de los sectores público, privado y social por informar sobre la importancia que tiene el contar con una buena educación financiera y económica, y por formar a la población desde diferentes enfoques y herramientas educativas, en busca de un mejor entendimiento de estas cuestiones. (ruiz, 2010)

Es importante tomar en cuenta que día a día se toman decisiones financieras de forma cotidiana y que la educación financiera les permite a las personas hacerlo de la mejor manera con el uso correcto de los productos financieros, brindándoles una vida tranquila y bienestar económico.

## METODOLOGÍA

La siguiente información se elaboró por medio de un estudio descriptivo, debido a que se midió la cultura del ahorro en los habitantes de la ciudad de Tepic, Nayarit.

El estudio descriptivo es un tipo de metodología a aplicar para deducir un bien o circunstancia que se esté presentando; se aplica describiendo todas sus dimensiones, en este caso se describe el órgano u objeto a estudiar.

Por otra parte, podemos observar que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. (dankhe, 1986)

A conveniencia y necesidad de los investigadores se tomó la decisión de entrevistar a 500 habitantes mediante un muestreo no probabilístico, así mismo se consideró que este número de entrevistas es adecuado para tener un panorama general sobre la cultura del ahorro que tienen los habitantes de la ciudad de Tepic, Nayarit.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de acuerdo a la aplicación del instrumento para la recolección de los datos.

## RESULTADOS

Ítem 1.- ¿Tiene el hábito del ahorro?

De acuerdo con la población encuestada de la ciudad de Tepic, Nayarit. Se puede observar que el 37% si tiene el hábito del ahorro, en tanto que el 39% a veces ahorra y el 24% restante no cuenta con los hábitos del ahorro.

Ítem 2.- ¿Alguna vez, ha recibido algún tipo de información sobre educación financiera?

Toda información es vital para la toma de decisiones, hablando en términos económicos – financieros, la información sobre la educación financiera es importantísima. Se observa que solo el 26% ha recibido algún tipo de información sobre educación financiera, el 33% manifestó haber recibido muy poca información sobre educación financiera y el 41% mencionó que nunca ha recibido información referente sobre la educación financiera.

Ítem 2.- Usted ¿Es independiente económicamente?

La gente independiente, de forma natural, tiende a tener más confianza a la hora de afrontar los problemas que se presentan en su vida. Se observa que el 17% de la población de Tepic es independiente económicamente hablando, al 53% lo apoyan económicamente y el 30% mencionó que depende totalmente de alguien más.

Ítem 3.- ¿Cuáles son las razones por las que no ahorra?

El 40% de la población no ahorra porque no cuenta con ingresos suficientes para generar un excedente después de haber cubierto sus gastos necesarios, mientras que el 34% de la población no sabe administrar sus ingresos para fines de poder ahorrar, y al resto que son 26% por alguna otra razón no tiene la cultura de ahorrar.

Ítems 4.- ¿En qué lugar prefiere guardar su dinero?

Del 37% de la población que sí ahorra (185 habitantes); el 45% lo hace en bancos y fondos de inversión, el 36% en casa o mediante tandas y el 19% en alguna otra dependencia de ahorro.

Ítems 6.- ¿Qué porcentaje de sus ingresos acostumbra a ahorrar?

En la medida de lo posible, recordar y potenciar hábitos económicos positivos siempre es aconsejable. El 43% de la población ahorra entre 0 y 25% de sus ingresos, el 36% ahorra entre 26 y 50%, mientras que el 14% ahorra entre 51 y 75% de sus ingresos y solo el 8% ahorra del 76% en adelante.

Ítems 7.- ¿Qué lo motiva a ahorrar?

El 39% de la población ahorra para la educación de sus hijos, 32% ahorrar para disfrutar unas vacaciones, el 17% invierte algo de sus ingresos para realizar algún negocio y solo el 13% de la población ahorra para su vejez, lo cual es un porcentaje muy pequeño quien piensa en un futuro.

Ítem 8.- ¿Conoce los planes de ahorro de las diferentes compañías?

La mayoría de la población desconoce los rendimientos y beneficios que pueden llegar a generar el ahorrar en una institución bancaria, ya que las respuestas fueron de la siguiente manera, el 60% de la población tiene poca información de ello, el 22% desconoce los beneficios que las instituciones ofrecen y solo el 18% tiene un buen conocimiento de todo lo que genera tener un ahorro constante.

Ítem 9.- ¿Le gustaría comenzar un plan de ahorro con alguna compañía que se acople a sus necesidades?

Se observa que a pesar de que es notoria la falta de cultura del ahorro en la población de Tepic, está claro que existen personas que si tienen muy presente la importancia de tener una plan de ahorro, al 37% de la población les interesa buscar un plan de ahorro, el 30% ya cuenta con un plan de ahorro en una dependencia, el 19% definitivamente no les interesa y el 14% está indeciso porque aún desconocen el funcionamiento de una cuenta de ahorro.

## CONCLUSIONES

Por medio de esta investigación se comprobó que solo el 45% de los habitantes de Tepic, Nayarit ahorra por canales formales como los bancos o alguna institución financiera; el 11% es para fondo de inversión, lo cual es bastante preocupante, mientras que el resto ahorra por canales informales y los principales son caja de ahorro,

familia, préstamo, tanda, y un 36% de estos se guarda en casa, se considera que los canales informales no generan inversión.

Otro de los factores más comunes es que no les interesa o según ellos no lo necesitan, lo cual se considera que responde a una inadecuada información de educación financiera o cultura del ahorro, y como se mencionó antes, la educación financiera en la ciudad de Tepic, Nayarit; tal parece que se enseña a ser deudor en lugar de ahorrador.

De acuerdo a los resultados arrojados por las encuestas, se puede observar que la falta de cultura de ahorro en Tepic, Nayarit es debido a la falta de información de educación financiera, solo el 26% de la población ha recibido educación financiera. Desde niños, a la mayoría de los mexicanos se les inculca a gastar el dinero que tienen, en lugar de guardarlo para imprevisto futuros.

Otro factor es, la tasa muy baja de rendimientos que los bancos brindan al tener una cuenta de ahorro, así como las diferentes comisiones que puede llegar a generar por su uso, y por lo contrario las facilidades que este otorga para endeudarse. La mayoría de la población vive el día a día, y con el resto de sus ingresos (mínimos) paga las deudas que adquirió en el pasado para solventar alguna contingencia, para la cual evidentemente no ahorro, ya sea por la falta de cultura o bien porque sus ingresos no le permitieron.

Por otro lado, está claro que uno de los grandes problemas, son los ingresos insuficientes, de acuerdo con las estadísticas, la mayoría de la población en Tepic son empleados, y claro el empleado gana menos, y la realidad es que con un salario mínimo la mayoría de los trabajadores de empresas privadas apenas alcanza para los servicios básicos, porque en la ciudad de Tepic, y en general en Nayarit los empleos son mal pagados, pero el costo de vida es alto ya que la gasolina, alimentos, servicios no dejan de subir.

Más allá de las formas tradicionales, hay muchos puntos de ahorro en las organizaciones que valen la pena identificarlas y establecer un plan de trabajo, es difícil conseguir un gran ahorro con una sola iniciativa es por eso que para lograr un objetivo se necesita buscar varias iniciativas, y que mejor empezando desde casa o en su caso en los trabajos donde se podría manejar una política de ahorro que se adapte a cada persona.

Tema importante y preocupante es la importancia de invertir en planes de pensiones o retiro para la empresa en la cual se trabaja, asegurar un mejor futuro a llegar a la edad no productiva brindara una mayor comodidad.

Con esto se concluye que es muy difícil para un habitante de Tepic, que tiene un empleo mal pagado y además mala o nula información financiera sobre lo referente al ahorro, sin mencionar que existe demasiado empleo informal lo cual hace más escaso la cultura y conocimiento de un ahorro puntual.

El habitante de la ciudad de Tepic en general, prefiere tratar de satisfacer sus necesidades básicas inmediatas, (aunque en ocasiones estas no sean ni tan necesidades, ni tan básicas, ni tan inmediatas), que tratar de ahorrar y/o invertir en algo, por el contrario, está acostumbrado a solicitar créditos para sentirse más “desahogado” económicamente hablando, aunque sea momentáneamente, ya que sabe que la deuda le durará varios meses o años.

## Bibliografía

- dankhe. (21 de 10 de 1986). *tecnicas de estudio*. Recuperado el 07 de 03 de 2017, de <http://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion22.htm>
- economía, d. y. (2015). *subgerencia cultural del banco de la república*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de <http://admin.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/comunicacion/libro>
- financiero, e. (10 de octubre de 2014). *economía*. Recuperado el 26 de febrero de 2017, de <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/preocupante-la-falta-de-cultura-del-ahorro-en-el-pais.html>
- futuro, a. y. (2013). *amfore, ahorro y futuro*. Recuperado el 25 de febrero de 2017, de <http://ahorroenmexico.blogspot.mx/2013/05/planteamiento-del-problema-de.html>
- ruiz, e. (octubre de 2010). *educacion financiera en mexico*. Recuperado el 15 de marzo de 2017, de [http://ford.ciesas.edu.mx/downloads/2do\\_1\\_04.pdf](http://ford.ciesas.edu.mx/downloads/2do_1_04.pdf)



# Electrosíntesis y caracterización de películas de TiO<sub>x</sub>/Polianilina

Ing. Lizzeth Maldonado Larios<sup>1</sup>, Ing. Oscar Jair Márquez Calles<sup>2</sup>,  
Dr. Ulises Páramo García<sup>3</sup>, Dr. Rodrigo Mayén Mondragón<sup>4</sup> y Dr. Reinaldo David Martínez Orozco

**Resumen**— En el presente trabajo se elaboraron películas de TiO<sub>x</sub>/polianilina electropolimerizadas sobre electrodos de Cu a potencial constante de 0.8, 0.85 y 0.90V. La solución del monómero se preparó con anilina 0.1M y 0.1M de KCl como solución electrolito, la relación anilina/TiO<sub>2</sub> fue de 1:2 M. La electropolimerización se llevó a cabo en un reactor electroquímico. Los materiales se caracterizaron por medio de micrografías ópticas y técnicas electroquímicas. Los resultados obtenidos proporcionan información referente a la morfología y conductividad de los materiales electrosintetizados.

**Palabras clave**—Polianilina, TiO<sub>2</sub>, potencial constante, electroquímica.

## Introducción

En los últimos años se ha buscado desarrollar nuevas alternativas para la remoción de efluentes contaminantes en el agua, como los procesos de oxidación avanzada (POA) los cuales han logrado remover el color y la toxicidad del contaminante en diversos efluentes. Entre los contaminantes eliminados se encuentra el colorante azul de metileno y verde malaquita (Fang Wang y shi Xiong Min 2007, S. Sarmah y A Kumar 2010).

La síntesis y desarrollo de materiales para ser utilizados en POA's es de gran importancia. En caso particular la síntesis de materiales que contienen TiO<sub>x</sub>/PANi. En este trabajo se presenta el estudio del electrodeposición de películas de TiO<sub>x</sub>/PANi en sustratos de Cu. Existen diferentes métodos para efectuar el depósito y dentro de estas técnicas se encuentran los métodos electroquímicos los cuales presentan una serie de ventajas respecto a las tecnologías no electroquímicas (Urkiaga Guinea et al. 2000).

El electrodeposición se llevó a cabo en una celda electroquímica convencional de tres electrodos, el cual consta de un electrodo de trabajo, uno de referencia y uno auxiliar o contraelectrodo. El mecanismo principal consiste en establecer una diferencia de potencial entre el electrodo de trabajo y el contraelectrodo por medio de una fuente de alimentación, lo que provocara la movilidad de los electrones y en consecuencia se presentarán reacciones de oxidación en uno de los electrodos (ánodo) y reducción en el otro (cátodo) a este mecanismo se le conoce como proceso redox (Fernández Otero T. 2003) El mecanismo de electrodeposición de PANi se encuentra fuertemente estudiado, sin embargo la inclusión de TiO<sub>x</sub> y que se utilice un sustrato de Cu, proporcionan una serie de problemas, atribuidos al proceso redox del Cu, que se traduce en una competencia entre las reacciones de oxidación de la anilina y del Cu. Motivo por el cual es de importancia efectuar un estudio del potencial de inversión, tal como se muestra en este estudio.

Dentro de los catalizadores más utilizados en los POA debido a las características físicas y químicas que posee se encuentra el TiO<sub>2</sub>. Y se han desarrollado materiales compuestos con la finalidad de mejorar algunas propiedades de interés. El material compuesto entre un polímero conductor y un material inorgánico, puede proporcionar materiales con propiedades eléctricas, ópticas y mecánicas mejoradas, existiendo un efecto sinérgico entre los materiales presentes. Sin embargo, es necesario conocer las propiedades globales del material compuesto; es decir, estudiar y conocer la interacción entre la unión del polímero/óxido mediante diferentes técnicas de caracterización fisicoquímica.

<sup>1</sup> La Ing. Lizzeth Maldonado Larios es Estudiante de la Maestría en Ciencias En Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México. [g16073006@itcm.edu.mx](mailto:g16073006@itcm.edu.mx)

<sup>2</sup> El Ing. Oscar Jair Márquez Calles es Estudiante de la Maestría en Ciencias En Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México. [g09070604@itcm.edu.mx](mailto:g09070604@itcm.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Ulises Páramo García es Profesor Investigador del Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México [uparamo@itcm.edu.mx](mailto:uparamo@itcm.edu.mx)

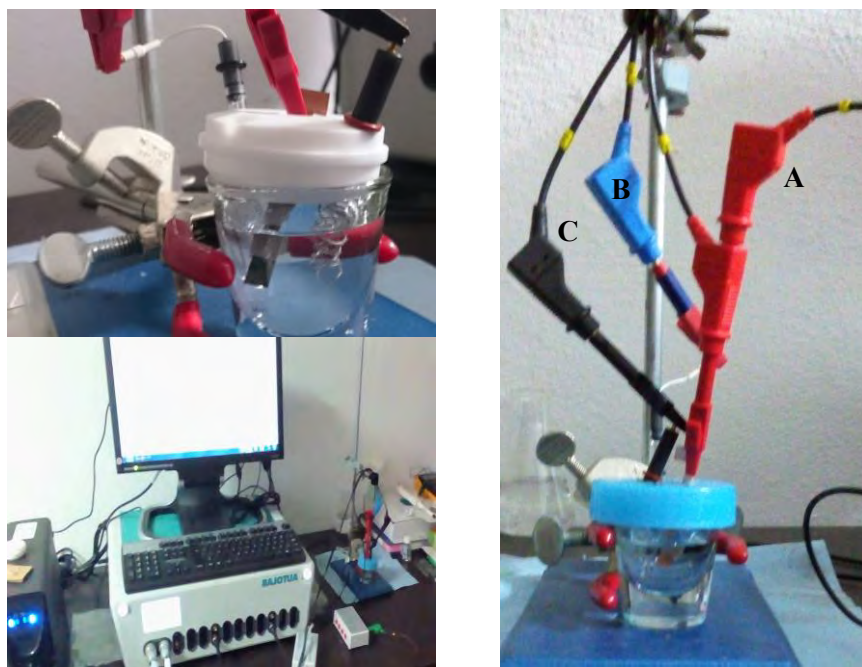
<sup>4</sup> El Dr. Rodrigo Mayén Mondragón es investigador del Polo Universitario de Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Nuevo León, México. [rmayen@unam.mx](mailto:rmayen@unam.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Reinaldo David Martínez Orozco es Profesor Investigador del Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México [rd.martinez.orozco@gmail.com](mailto:rd.martinez.orozco@gmail.com)

### Descripción del Método

#### *Electrosíntesis de películas TiO<sub>2</sub>/Polianilina*

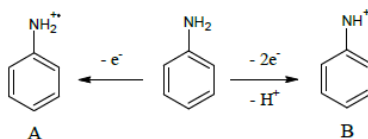
La electropolimerización de las películas TiO<sub>2</sub>/Polianilina se realizó sobre electrodos de cobre, con área igual a 0.5cm<sup>2</sup>, dentro de una celda electroquímica con un volumen de 20ml a temperatura ambiente. Se prepararon 10ml con la solución electrolito de KCl 0.1M (U. Páramo García 2011) y anilina 0.1M, se mantuvo en agitación por dos minutos y se agregó el TiO<sub>2</sub> en polvo, Degussa P-25 en relación 1:2 M. La ilustración 1 muestra el acoplamiento de la celda electroquímica y los electrodos para la electropolimerización de las películas, la cual se realizó por medio de la técnica de cronoamperometría que consiste en imponer una diferencia de potencial mediante un potenciostato y se registra la corriente obtenida en función del tiempo, manteniendo condiciones en estado estacionario (sin agitar). El transporte de masa en estas condiciones está regido por difusión y la curva i-t refleja la disminución de la concentración del analito en las cercanías del electrodo (Baeza Reyes A y García Mendoza A. 2011) los potenciales de estudio fueron 0.8, 0.85 y 0.9V y se llevó a cabo durante un tiempo de 1800 s.



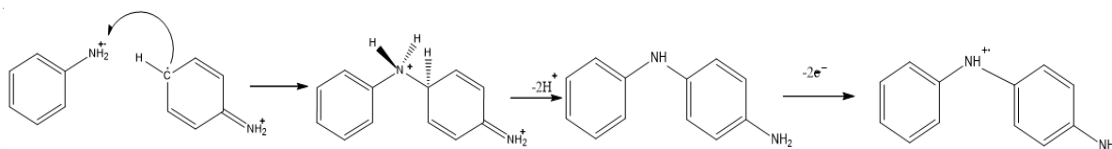
**Ilustración 1. Esquema de la celda electroquímica y electrodos A) de trabajo B) referencia y C) auxiliar o contraelectrodo.**

El mecanismo de polimerización de la anilina ha sido propuesto por Genies et al. de la siguiente manera:

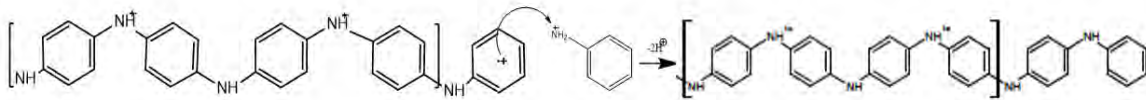
- El catión de la anilina es la especie responsable del crecimiento polimérico mediante reacciones acoplamiento por radicales.



- Unión cabeza-cola de dos unidades de anilina por acoplamiento por radicales, dando como resultado el dímero aminodifenilamina



- Elongación de la cadena por acoplamiento por radicales



*Caracterización de materiales utilizando microscopía óptica.*

La observación superficial de los electrodos de Cu se realizó con un microscopio digital USB, esta técnica permite observar una imagen virtual ampliada de un objeto pequeño; consta de un objetivo y un ocular. La finalidad del objetivo es producir una primera imagen real de la muestra en ciertas condiciones de proximidad y tamaño. Esta imagen funciona como objeto frente al ocular, que da la imagen virtual definitiva observada (Harold A. Acosta et al. 2006).

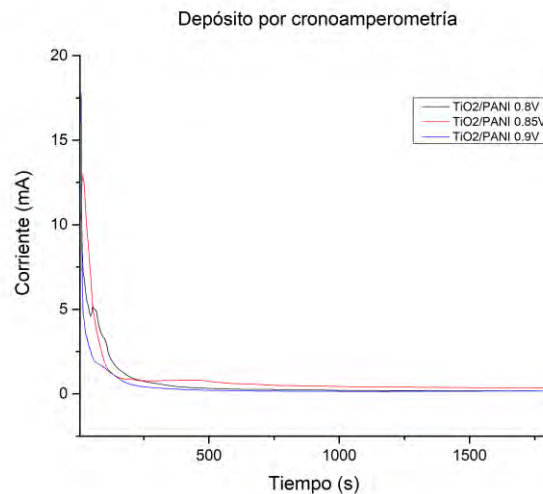
**Resultados**

La grafica 1 muestra la intensidad de corriente obtenida durante el depósito de TiO<sub>2</sub>/PANi a diferentes potenciales, el área bajo la curva está relacionada con la cantidad de material depositado sobre la superficie del sustrato. La respuesta mostrada es una señal característica presentada durante el electrodeposición de PANi, a partir de los resultados obtenidos se pueden determinar los moles depositados en los electrodos de cobre y esto utilizando la ecuación de Faraday (ecuación 1)

$$m = \frac{M_a}{Z * F} * Q \tag{1}$$

Donde:

*m* = masa depositada (g) *Q* = carga que circula (C) *M<sub>a</sub>* = masa molar de la anilina (g/mol) *F* = constante de Faraday = 96500 C/mol *Z* = valencia de la anilina como ion.



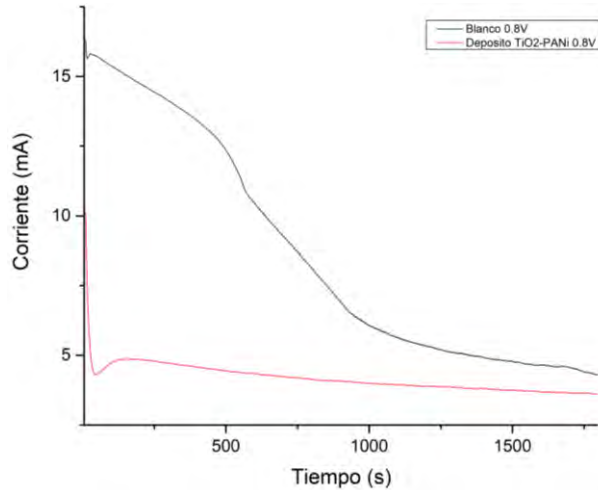
**Grafica 1. Depósito de TiO<sub>2</sub>/PANi a diferentes potenciales.**

En la tabla 1 se muestra la variación de la masa depositada en relación a el potencial aplicado, obteniendo la mayor cantidad de moles a un potencial de 0.85V vs. Ag/AgCl. Esto puede significar que a potenciales menores se tiene una velocidad de depósito lenta y a potenciales elevados, existe un proceso de sobreoxidación, lo cual limita un buen control sobre el proceso de electrodeposición.

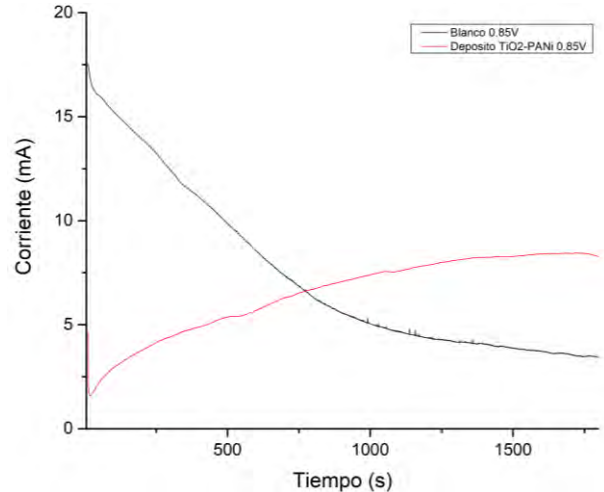
**Tabla 1. Moles depositados a diferentes potenciales.**

Potenciales de depósito de TiO <sub>2</sub> /PANi V vs. Ag/AgCl	Q Coulomb	Moles depositados
0.8V	1.07	1.10395E-05
0.85V	1.50	1.55317E-05
0.9V	0.66	6.80888E-06

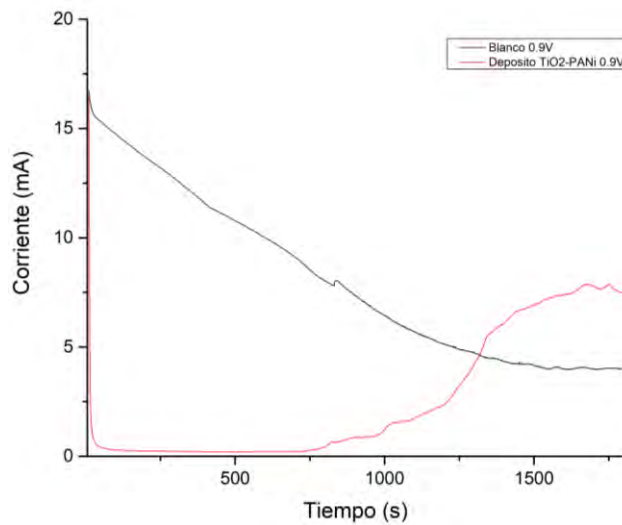
Las gráficas 2, 3 y 4 muestran una comparación entre la intensidad de corriente obtenida con el electrodo de Cu en solución electrolito y la intensidad de corriente obtenida después del depósito de TiO<sub>2</sub>/PANi a diferentes potenciales. En la gráfica 3 se observa que a un potencial de 0.85V el incremento en la intensidad de corriente después del depósito es más significativo que a potenciales de 0.8 y 0.9V esto se debe a que a este potencial se obtuvo una mayor cantidad de moles depositados.



Gráfica 2. Cronoamperometría del electrodo de Cu y depósito a 0.8V.

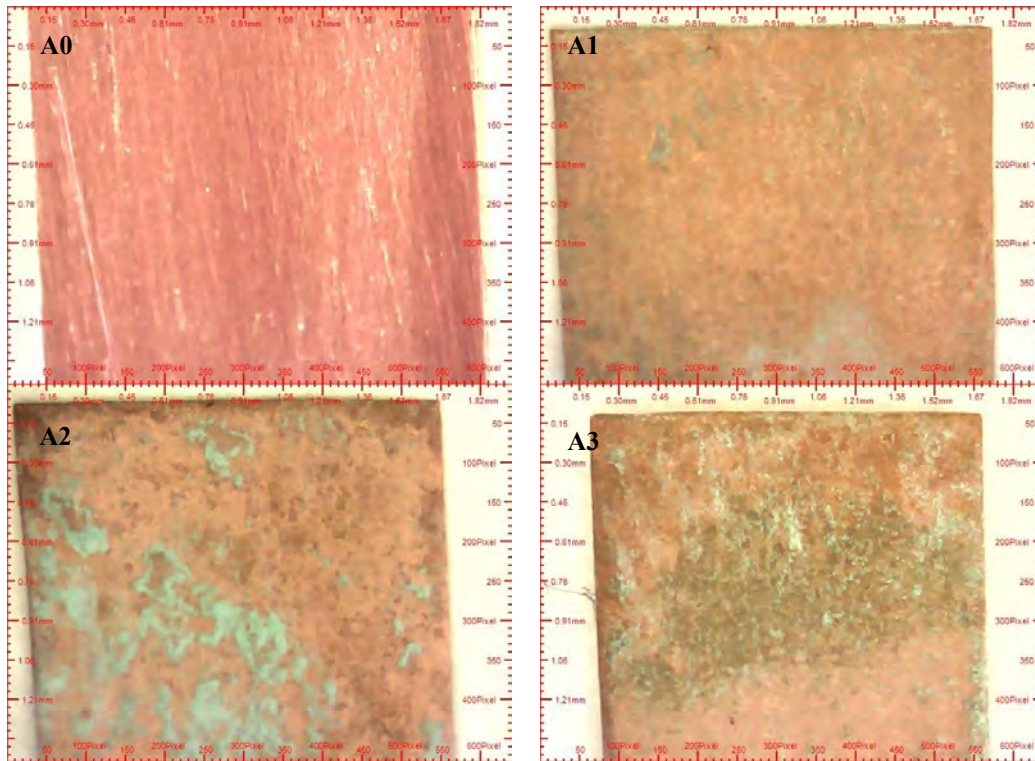


Gráfica 3. Cronoamperometría del electrodo de Cu y depósito a 0.85V.



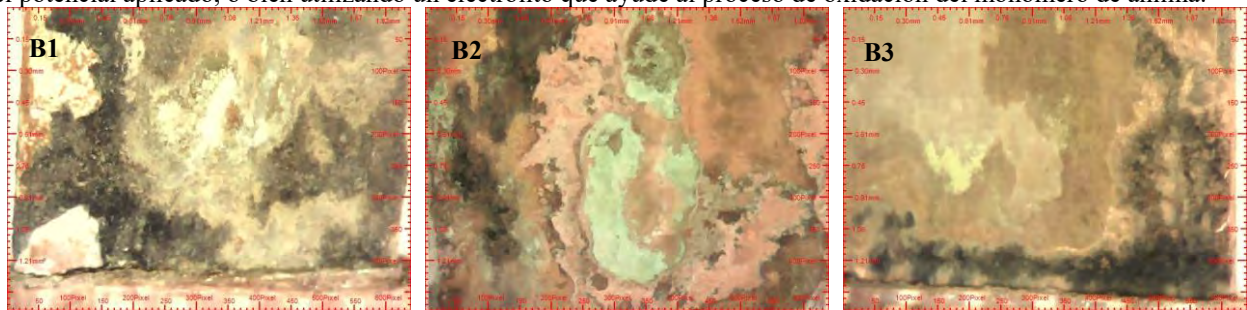
Gráfica 4. Cronoamperometría del electrodo de Cu y depósito a 0.9V.

Con la finalidad de caracterizar la morfología de los materiales, en la ilustración 2 se muestran imágenes ópticas A1, A2 y A3 de los electrodos de cobre en solución de KCl, a diferentes potenciales 0.80, 0.85 y 0.90 V vs. Ag/AgCl respectivamente, se observa que conforme se aumenta el potencial aumenta la modificación del sustrato. Esto atribuido a un proceso de pérdida de electrones, provocando la oxidación y de acuerdo con la reacción (2), en la micrografía esto se aprecia con la aparición de zonas color verde, en donde el máximo efecto se observa al aplicar un potencial de 0.85 V. Al incrementar el potencial se observa que la coloración verde se va atenuando y aparece una coloración oscura, indicando un posible desprendimiento de la especie oxidada de cobre.



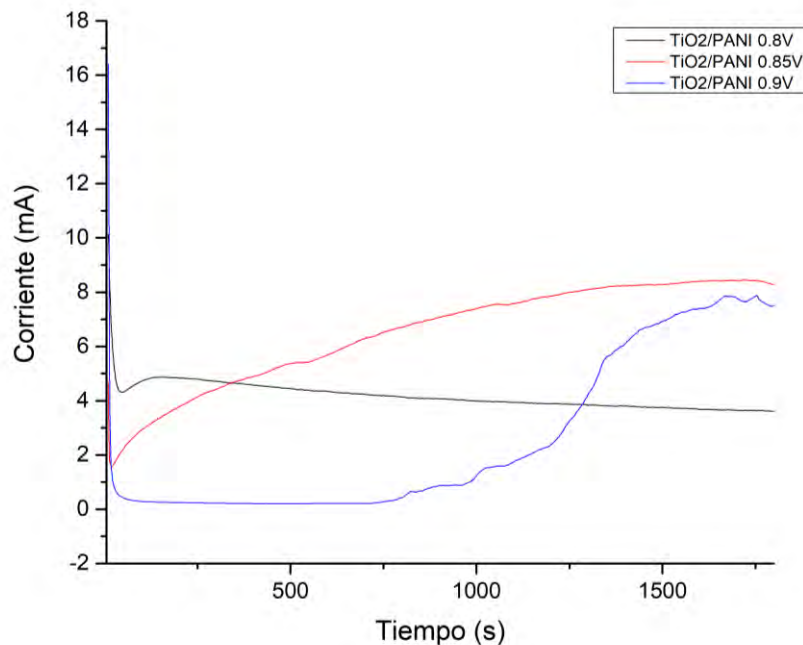
**Ilustración 2. Microscopía óptica de sustratos de Cu.**

En la ilustración 3, se muestran las microfotografías ópticas de B1, B2 y B3 obtenidas después del electrodeposición de  $\text{TiO}_2/\text{PANI}$ , utilizando la técnica de cronoamperometría. De acuerdo a los datos presentados en los cronoamperogramas la película obtenida a un potencial de 0.85 V vs.  $\text{Ag}/\text{AgCl}$  es la que ofrece una mayor cantidad de material depositado. En la imagen B1 muestra una mayor cantidad de depósito respecto a B2 y B3, lo que indica que el potencial aplicado incide fuertemente en el proceso de modificación del sustrato y limita la cantidad de depósito. Es decir, la velocidad de oxidación del cobre es mayor que la velocidad de depósito del material compuesto. Los resultados obtenidos hasta ahora, muestran que es necesario mejorar la técnica de electrodeposición, disminuyendo el potencial aplicado, o bien utilizando un electrolito que ayude al proceso de oxidación del monómero de anilina.



**Ilustración 3. Microscopía óptica de los sustratos de Cu modificados con  $\text{TiO}_2/\text{PANI}$ .**

En la gráfica 5, se muestra el efecto de los diferentes potenciales durante el proceso del depósito de  $\text{TiO}_2/\text{PANI}$ , se observa que la película electropolimerizada a un potencial de 0.85V presenta mayor intensidad de corriente respecto a los potenciales 0.8 y 0.9V, esto se atribuye a que en ese potencial se lograba depositar una mayor cantidad de moles lo que proporciona una mayor conductividad a las películas. Sin embargo, las microfotografías mostradas en la ilustración 3, indican que este aumento en el valor del voltaje provocaron un mayor daño al sustrato de cobre, limitando obtener un depósito homogéneo.



**Gráfica 5. Efecto del potencial en el proceso del depósito.**

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo se realizó la electropolimerización y caracterización de películas TiO<sub>2</sub>/PANi estudiando el efecto del potencial aplicado durante el depósito en los electrodos de cobre, los resultados muestran que se obtiene una mayor cantidad de moles depositados cuando se aplica un potencial de 0.85 V vs. Ag/AgCl, lo cual se confirma con los resultados obtenidos por cronoamperometría debido a que la película TiO<sub>2</sub>/PANi bajo ese potencial muestra una mayor conductividad eléctrica. Sin embargo, la microscopía óptica muestra que el sustrato de cobre sufre una mayor cantidad de daño al incrementar el potencial utilizado.

#### *Conclusiones*

Es necesario continuar con el estudio de potencial aplicado durante el electrodeposición, así como corroborar por medio de FTIR la presencia de los grupos funcionales de la anilina y TiO<sub>2</sub> para afirmar el depósito de estos en los electrodos, de igual manera realizar SEM-EDX para obtener imágenes a mayor escala y definir los compuestos presentes en la superficie del sustrato.

#### *Referencias*

- A. Baeza Reyes, A. de Jesús García Mendoza, "Principios de electroquímica analítica", documentos de apoyo UNAM, 2011.  
 E.M. GENIES and C. TSINTAVIS, "Redox mechanism and electrochemical behaviour of polyaniline deposits", J. Electroanal. Chem, 195, 1985.  
 Fang Wang, Shi Xiong Min, "TiO<sub>2</sub>/polyaniline composites: An efficient photocatalyst for the degradation of methylene blue under natural light", CHINESE CHEMICAL LETTERS 18, 2007.  
 S Sarmah, A kumar, "Photocatalytic activity of polyaniline-TiO<sub>2</sub> nanocomposites, Indian J. Phys, Vol.85, No.5, 2011.  
 T. Fernández Otero, "Polímeros conductores: síntesis, propiedades y aplicaciones electroquímicas" Revista Iberoamericana de Polímeros, Vol. 4 (4), Diciembre 2003.  
 Urkiaga Guinea, A., Gómez Resa, L., Gutiérrez Ruiz, M. y de las Fuentes Intxausti, "Aplicación de procesos de oxidación avanzada al tratamiento de efluentes de diferentes sectores industriales" Tecnología del agua, 2000.  
 U. Páramo García, J. G, "Electrochemical Modulation of the thickness of polypyrrole films by using different anionic dopants" Int. J. Electrochem. Sci., 5172-5188, 2011.

#### **Agradecimientos**

LML y OJMC agradecen el CONACYT por las becas otorgadas. Así como al Tecnológico Nacional de México por el apoyo financiero (proyecto con clave 6254.17-P).

# Turismo de Convivencia con el Pueblo Mazahua en la localidad de San Antonio de la Laguna, Municipio de Donato Guerra, Estado de México, a través de la aplicación tecnológica (Apps) AIRBNB

M. D. Ariadna Mandujano de los Santos<sup>1</sup>, Miguel Ángel Carbajal Jaramillo<sup>2</sup>, Ireri Keil Orozco Camacho<sup>3</sup>, Berenice Reboollar Carbajal<sup>4</sup>

**Resumen:** La localidad de San Antonio de La Laguna es uno de los lugares donde existe una de las culturas más importantes a nivel Estado, la Cultura Mazahua, la cual es considerada un elemento cultural significativo. Esta localidad ubicada en el municipio de Donato Guerra, Estado de México, ha presentado problemas de rezago económico además de un alto índice de marginación. El objetivo principal del proyecto es ofrecer una alternativa de desarrollo económico, implementando un “Turismo de Convivencia” en el cual por medio de una Aplicación Tecnológica de nueva generación llamada Airbnb, se ha puesto en marcha un servicio de alojamiento además de la relación entre turista y la cercanía con la Cultura Mazahua. Airbnb es una aplicación revolucionaria que permite mantener una economía colaborativa alrededor del mundo, con un segmento de mercado específico que “busca” éste tipo de servicios, y con ello obtener que la localidad presente mejorar su bienestar social.

**Palabras Clave:** Mazahua, turismo, convivencia, rezago, alternativa, Desarrollo Económico, Aplicación Tecnológica, Airbnb.

## INTRODUCCIÓN.

El presente proyecto se llevará a cabo en la localidad de San Antonio de la Laguna, municipio de Donato Guerra, Estado de México, con el propósito de ofertar un “Turismo de Convivencia”, enfocado a un segmento específico de mercado, que impulsará el bienestar social de este Pueblo Mazahua, a través de una aplicación tecnológica (Apps) que ofertará la localidad al turista segmentado. Por medio de esta aplicación podremos ayudar a la comunidad a maximizar su estatus económico, generando empleos, y disminuyendo el rezago económico.

Se puede concluir que la citada app, es un método que podría impulsar el Desarrollo Económico, Social, y Educativo, que contribuye al crecimiento de una comunidad con un alto índice de marginación. El Pueblo Mazahua cuenta con un potencial turístico significativo, del cual toda la comunidad sería la principal beneficiada.

## CUERPO DEL PROYECTO.

Realización de un censo de población de San Antonio de la Laguna, Municipio de Donato Guerra, Estado de México en el cual se contempla visitar 300 viviendas aproximadamente que se encuentra en la comunidad. Se realizarán encuestas a los participantes que deseen trabajar con Airbnb para poder determinar qué número de personas viven en el hogar, sexo, edad, idioma o dialecto, así como la elaboración de la clasificación de las viviendas, la cual sea: habitación compartida, habitación individual, y casa completa, así como el material digital para exhibir en la aplicación, como fotos y videos de las viviendas. Cabe mencionar que la información obtenida por parte de los participantes es confidencial y sólo para uso exclusivo del equipo de investigación.

La duración de censos será en dos sesiones a la localidad, la cual se llevará a cabo con el personal y equipo (instrumental) necesario para terminar en tiempo y forma determinado. Se realizará un censo para tener contacto directo con la gente y poder interactuar con ellos. Número de personas involucradas en el censo: 20 estudiantes, un catedrático investigador.

Las técnicas de recopilación de información son:

<sup>1</sup> (Investigador y creador de idea). E mail: petatlanbello1@hotmail.com.

<sup>2</sup> (Implementación de metodologías). E mail: illidan@hotmail.com

<sup>3</sup> (Recopilación de datos derivados de encuesta). E mail: keil\_0612@hotmail.com

<sup>4</sup> (Implementación de Herramientas de información). E mail: berenicereb@hotmail.com

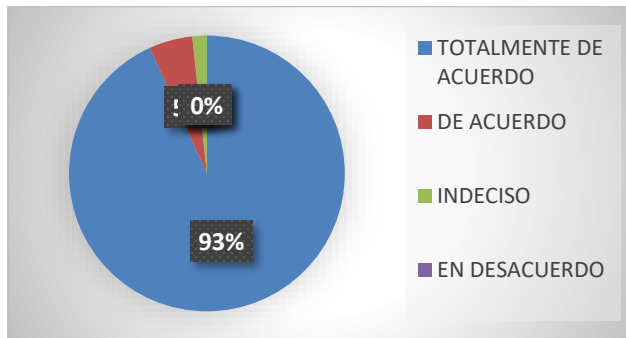
• Cuestionario líder. - El cual nos permite seguir las preguntas importantes determinadas y sin desvío. • Entrevista. - Permite completar de manera amplia la información que el cuestionario líder requiere, cuando el cuestionario se otorga al encuestado, éste por diversos motivos no contesta de manera completa. • Observación. - Permite observar si el entrevistado se encuentra en disposición para poder llevar a cabo la entrevista, el lenguaje corporal habla.

Instrumentos o herramientas que se necesitan para la investigación:

• Dispositivos móviles (teléfono inteligente, laptops, tablets y cámaras digitales) • Material de papelería (libreta de notas, pisa papeles, bolígrafos de tinta negra y lápices)

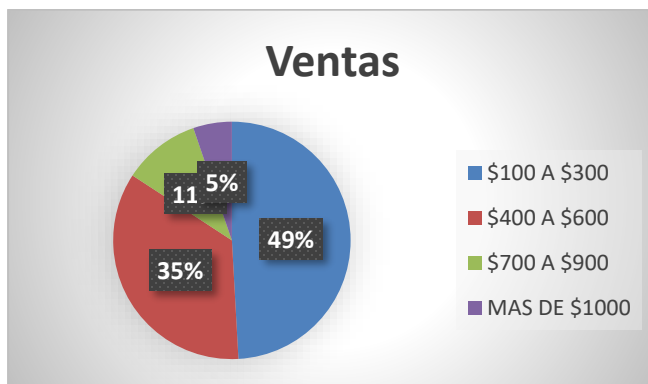
## DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Tras recabar la información necesaria con ayuda de encuestas aplicadas a lo largo de la localidad. Cabe mencionar que muchas de las expectativas tras la elaboración del proyecto no fueron en totalidad resultados esperados, debido a que la Cultura Mazahua tiene tradiciones que protegen con recelo, además de desconocer los términos en los cuales se enfatiza cierta interpretación, de tal manera que sea entendible la finalidad del proyecto ya mencionado. Entre muchas más dificultades resalta el desconocimiento de los términos: rentabilidad y hospedaje, a pesar de no reconocer los términos ya mencionados, las personas de la localidad no tienen problema alguno por compartir el espacio familiar con personas extranjeras ajenas a su forma de vida e ideología, tal como está representado en la gráfica uno (pregunta no. 14 del cuestionario aplicado).



Gráfica 1. 14.- ¿Estaría dispuesto a compartir su espacio?

Sobre todo, si se incluye un precio por prestar su espacio a las personas interesadas en conocer la forma de vida de la cultura mazahua. Gráfica 2 (gráfica de la pregunta no. 13 del cuestionario aplicado).



Gráfica 2. 13.- ¿En qué precio le gustaría rentar su habitación?



El resultado final de las personas interesadas en el proyecto es un total de 64 familias, de un número aproximado de 300 viviendas, no obstante, se pretende un “efecto dominó” a partir de las ganancias acumulables de hospedaje de los nuevos usuarios en la plataforma Airbnb.

### **CONCLUSIÓN.**

Al trabajar con una comunidad tiene cierto grado de dificultad, debido a que son personas que han sido maltratadas por la intervención política y por la modernidad que al pasar de los años se va convirtiendo en una cultura perdida en los archivos de la cronología social.

Muchas veces la sociedad tiende a estereotipar a estas personas y en el peor, de los casos a discriminarlas por su forma de vestir, su forma de hablar, de pensar y vivir, son una cultura que define a gran parte de la historia del Estado de México y son ahora solo producto de marginación.

Implementar un Turismo de Convivencia a través de una aplicación de nueva generación resulta arriesgado, sin embargo, si es trabajado con los parámetros turísticos adecuados son una herramienta para alternar un nuevo desarrollo económico no solo en la Localidad de San Antonio de La Laguna, sino en algunas otras comunidades que necesiten un reconocimiento como destino turístico rural.

### **REFERENCIAS.**

CZERNY, M., 2010. El desarrollo local en la region indigena. CESLA, 2(13), pp. 543-554.

María Luisa Zaragoza, E. M.-M. , S. F. Z. , P. L., 2012. Este Pais (Tendencias y Opiniones). [En línea] Available at: <http://archivo.estepais.com/site/2012/la-ciencia-y-la-tecnologia-como-motores-para-eldesarrollo-regional/> [Último acceso: 04 Mayo 2017].

México, C. E. p. e. D. I. d. I. P. I. d. E. d., 2015. Gobierno del Estado de México. [En línea] Available at: [http://cedipiem.edomex.gob.mx/historia\\_mazahua.com](http://cedipiem.edomex.gob.mx/historia_mazahua.com) [Último acceso: 04 Mayo 2017].

Pizam, A., 2014. Peer-to-Peer Travel: Blessing or Blight. International Journal of Hospitality Management, Volumen 38, pp. 118-119.

Sandoval-Forero, E. A., 2013. Los Indigenas en el Ciberespacio. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 10(2), pp. 235-256.

# Alternativas de solución para disminuir la contaminación en la Presa Miguel Alemán, en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México

M. en D. Ariadna Mandujano de los Santos<sup>1</sup>, María José Mercado Gómez<sup>2</sup>, Deyanira Maybet Rodríguez Rivera<sup>3</sup>, Jorge González López<sup>4</sup>

**Resumen:** En la realización de la investigación sobre la contaminación de la Presa Miguel Alemán en el Municipio de Valle de Bravo, Estado de México, se muestra su importancia como uno de los principales atractivos turísticos y foco económico de dicho municipio, ya que el 38% del agua que llega al sistema Cutzamala proviene de esta presa.

Se obtuvo información en diferentes instancias encargadas de la cuenca, las cuales brindaron una conferencia en donde se explicó el alto grado de contaminación de la presa, siendo el tema principal la falta de inversión a las diferentes plantas tratadoras encargadas de su saneamiento, pero dado a que esto es demasiado costoso se tiene planeado una segunda opción que es la creación de humedales, los cuales funcionan como filtradores naturales ocupando poco mantenimiento.

**Palabras clave:** contaminación, alternativas, atractivos turísticos, presa.

## INTRODUCCIÓN:

El presente proyecto se está llevando a cabo en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México, con la finalidad de encontrar soluciones para disminuir la contaminación y que la gente vallesana sea participe de este proyecto, que se pueda lograr dejar huella y resultados de mejora.

Gracias a este proyecto, se logrará tener una presa con mayor tiempo de vida, y un mayor ingreso económico por la entrada de turismo, y de recurso natural para la comunidad Vallesana.

## CUERPO DEL PROYECTO

Al realizar esta investigación sobre la contaminación de la presa Miguel Alemán de Valle de Bravo, se recopiló información de diferentes fuentes y los organismos encargados.

Se asistió a la comisión de cuenca en donde se recabó información relevante; se acudió a una conferencia en donde se mencionó: “que existen cinco plantas tratadoras de agua para la regulación de la presa”, al indagar sobre esta se explicó que dentro del municipio existen diferentes proyectos para la conservación de la misma.

De acuerdo a la información que se recolecto a cerca de las plantas tratadoras se llegó a la conclusión de que en realidad de estas cinco solo una de estas funciona al cien por ciento, es la planta de FYPASA (Filtros y Operadoras Aztlán) que es una empresa privada que se encarga de tratar las aguas residuales de Valle de Bravo, aun cuando sabemos que con esa planta no basta porque no alcanza a recolectar todas las aguas negras que se producen en el lugar.

Con la información recaudada se pudo deducir que solo se encuentra una planta tratadora funcionando, debido a que el H. Ayuntamiento de Valle de Bravo, no cuenta con los recursos suficientes para poder operar las plantas restantes. Se tienen varios proyectos para la presa de Valle de Bravo en cuanto a la contaminación que existe, pero a falta de recursos económicos para dichos proyectos no se llevan a cabo.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Gobierno del Municipio de Valle de Bravo le hace falta interés sobre el tema, ya que conociendo el grado de contaminación de la presa no hacen la inversión necesaria para el mantenimiento de las plantas tratadoras, ya que de las cinco existentes, solo se cuenta con el funcionamiento de una de las plantas tratadoras, la cual no es suficiente para el nivel de contaminación que presenta la presa. Se tienen varios proyectos para la presa de Valle de Bravo en cuanto a la contaminación que existe, pero a falta de recursos económicos para dichos proyectos no se llevan a cabo.

<sup>1</sup> (Investigador y Creador de la Idea) Email: [petatlanbello1@hotmail.com](mailto:petatlanbello1@hotmail.com)

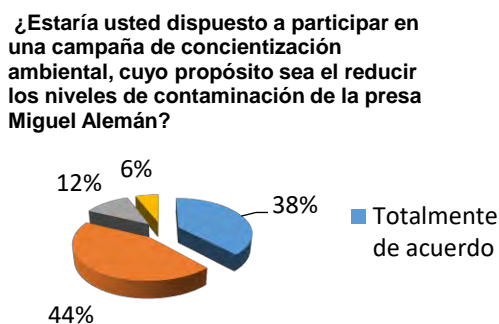
<sup>2</sup> (Implementación de Metodología) E mail: [mariajose\\_meg@hotmail.com](mailto:mariajose_meg@hotmail.com)

<sup>3</sup> (Recopilación de datos derivados de encuesta) E mail: [maybet.16@hotmail.com](mailto:maybet.16@hotmail.com)

<sup>4</sup> (Implementación de Herramientas de información). E mail: [jorgegonzalezlopez4@gmail.com](mailto:jorgegonzalezlopez4@gmail.com)

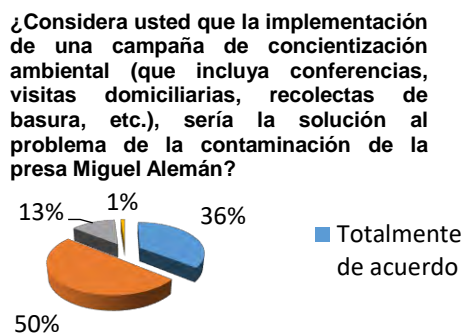
Actualmente se está trabajando en un proyecto que data de implementar humedales sobre la presa de Valle de Bravo, debido a que estos son filtros naturales que absorben las bacterias inocuas que se encuentran dentro de la presa. Así mismo para la realización de campañas de sensibilización para crear conciencia a la comunidad vallesana para que nos ayude a recolectar basura que llega directamente al lago por medio de las coladeras y calles, por lo cual se realizaron campañas de concientización y sensibilización en donde la sociedad del municipio de Valle de Bravo estaban siendo informada por medio de redes sociales sobre lo que se realizaba en la presa, se creó una página de Facebook, un canal de YouTube en donde se muestran videos e información sobre la presa, la cual está siendo actualizada cada 15 días dependiendo de la realización de actividades, las encuestas se realizaron digital y físicamente con pobladores del municipio y sus alrededores. Grafica 1. La mayoría de la comunidad Vallesana estará dispuesta a participar en campañas de concientización, 36% está totalmente de acuerdo. Grafica 2. De igual manera el 36% de la población está totalmente de acuerdo en participar en una campaña para reducir la contaminación.

Grafica 1. De acuerdo en su participación de campañas



Se muestra que el 38% de los prestadores de servicio y la gente local participara en campañas para que se reduzca la contaminación de la Presa Miguel Alemán en Valle de Bravo

Grafica 2. ¿Estás de acuerdo a participar para reducir la contaminación?



Se muestra que el 36% de las personas del municipio de Valle de Bravo están dispuestas a participar en la campaña de concientización ambiental.

## CONCLUSIÓN

Cabe destacar que este proyecto fue de gran interés para el equipo, ya que gracias a las investigaciones que se llevaron a cabo se logró tener conciencia, del grado de importancia con el que cuenta la Presa Miguel Alemán para Valle de Bravo, ya que este recurso es el principal atractivo turístico del municipio y además de que juega un importante papel del sistema hidráulico de Cutzamala.

## REFERENCIAS

17 de julio 2005 ed. valle de bravo: s.n.

Anon., 2012. *teorema ambiental*. 2015 ed. estado de México : s.n.

Anon., 2013. *importancia de agua*. 2015 ed. valle de bravo : s.n.

Anon., s.f. *k*. s.l.:s.n.

bravo, c. d. v. d., s.f. s.l.:s.n.

bravo, H. a. d. v. d., 2015. *plan municipal de desarrollo urbano*. 12 de mayo de 2015 ed. valle de bravo : s.n.

Bravo, H. a. d. V. d., 2015. *plan municipal de desarrollo urbano en valle de bravo.* 12 de mayo de 2015 ed. valle de bravo : s.n.

DANA, A., s.f. *provalle*. valle de bravo : 2012.

fypasa, 2013. *tratamiento de aguas residuales de valle de bravo*. 2015 ed. valle de bravo : s.n.

L.A.E, 2012. *Contaminacion y urbanismo pone en riesgo viabilidad de cuenca en valle de bravo*. 2015 ed. valle de bravo : la jornada .

semarnat, 2005. 2015 ed. valle de bravo : s.n.

UAEM, 2007. *estudio del caso de la cuenca de valle de bravo*. valle de bravo, amanalco : s.n.

UNAM, 2011. *p.tolomeo*. 2015 ed. estado de méxico : s.n.

## EL INFONAVIT, ¿FRAUDE O BENEFICIO?

Abigail Paulina Manila Jaramillo<sup>1</sup>, Yuritzi Yomalli García Ramiro<sup>2</sup>,  
Brenda Karina Zamora García<sup>3</sup> y Lic. En D. Norma Oralia Flores Domínguez<sup>4</sup>

**Resumen—** Las aportaciones del INFONAVIT son reconocidas como créditos fiscales y son un derecho del trabajador para tener una vivienda digna como patrimonio laboral que se ha transcurrido durante años. Este es el organismo acreedor de las aportaciones, tiene una personalidad jurídica y un patrimonio propio que se encarga de realizar un crédito hipotecario para comprar un terreno, una vivienda, mejorar o pagar una hipoteca que se tiene con otra entidad financiera, cumpliendo las condiciones que se establezcan con base en una precalificación, en el cual se considera edad, salario y el plazo para liquidarlo al momento de contratar el crédito, sin saber que la mayoría de los trabajadores obtienen este tipo de créditos con engaños que ciertamente los conducen a un desfalco, en donde las víctimas no solo pierden ahorros de subcuenta, también pagarán un crédito, ignorando que el precio de la vivienda es mayor al préstamo inicial volviéndose impagable.

**Palabras clave—** Infonavit, fraude y beneficio.

### Introducción

En el año de 1972 se fundó el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. El objetivo principal del instituto es otorgar crédito para que los trabajadores puedan adquirir su vivienda con la participación del gobierno, el sector empresarial y los trabajadores. Para conseguir el crédito es necesario acumular puntos, los cuales dependerán fundamentalmente del tiempo de cotización y la cantidad de salario que cobra un trabajador. Por ley, cada trabajador paga un 2% de su sueldo en base de cotización, el cual es cobrado directamente al empresario. El Instituto para la Vivienda de los Trabajadores es la entidad federal encargada de otorgar créditos para la compra de una vivienda a trabajadores activos que tengan y reciban aportaciones en el instituto; es de mucha importancia que conozcamos la manera en que dicho organismo federal rige el otorgamiento de esos créditos y así saber en qué medida nosotros los trabajadores tendremos derecho a un crédito para comprar nuestra casa. También es de igual importancia el conocer los diferentes tipos de créditos hipotecarios que otorgan las diferentes instituciones de crédito distintas al INFONAVIT de las cuales también podremos, si las condiciones de dichas instituciones lo permiten, adquirir un crédito hipotecario. Es pues este trabajo en donde nos adentraremos a un pequeño compendio de los lineamientos que rigen el otorgamiento de créditos del INFONAVIT en el cual comprenderemos en forma breve la forma en que dichos créditos son otorgados, así como las ventajas y beneficios que nos proporciona cada uno de los distintos créditos que se otorgan por este instituto.

### CREACIÓN DEL INFONAVIT

Viéndose en la necesidad de ejecutar la escasez material en que se encontraba el país en la época del porfiriato, se crea un organismo de servicio social con personalidad jurídica y patrimonio propio, que se denomina "Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores", quien en ese momento el Lic. Jesús Silva-Herzog mantenía a su cargo; teniendo por objeto Administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda, establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener un crédito barato y suficiente. Es un crédito

---

<sup>1</sup> Abigail Paulina Manila Jaramillo, estudiante de la Licenciatura en Contaduría, Centro Universitario UAEM Zumpango, [paulinamanila12@gmail.com](mailto:paulinamanila12@gmail.com)

<sup>2</sup> Yuritzi Yomalli García Ramiro, estudiante de la Licenciatura en Contaduría, Centro Universitario UAEM Zumpango, [lc\\_yuritzi@hotmail.com](mailto:lc_yuritzi@hotmail.com)

<sup>3</sup> Brenda Karina Zamora García, estudiante de la Licenciatura en Contaduría, Centro Universitario UAEM Zumpango, [96.karinazg@gmail.com](mailto:96.karinazg@gmail.com)

<sup>4</sup> Norma Oralia Flores Domínguez, funge como apoyo administrativo en el área de Control Escolar además de docente en la licenciatura en Contaduría en Centro Universitario UAEM Zumpango, México, [oralisar@hotmail.com](mailto:oralisar@hotmail.com)



En este caso, las personas que trabajen en labores domésticas, el patrón puede aportar una cuota mensual que les permite, en el mediano plazo, obtener un crédito para vivienda, o bien formar un ahorro para su retiro. Para los trabajadores que se encuentren en este esquema y deseen tener acceso a los programas del Infonavit se creó el programa “Infonavit para todos”.

### ***El INFONAVIT y los malos manejos***

Así mismo el INFONAVIT ha sido participe de gran variedad de malos manejos de créditos en la duplicidad de identidades, falsificación de documentos (duplicidad de identidades, falsificación de IFE) y complicidad entre empresas dedicadas a la comercialización de materiales para la construcción y los acreditados. La PROFECO ha confirmado que la Organización del INFONAVIT ha realizado varios fraudes por lo que se ha hecho acreedor de demandas por diferentes aspectos pero los más graves son el hecho de cobrar el crédito del trabajador sin darle el lugar de vivienda que la persona tenía derecho, además sin darle una adecuada solución y un seguimiento. Sin importar la situación siguen cobrando lo correspondiente con intereses y al paso de los años la deuda sube descontándole al trabajador directamente de su nómina, para que no haya una pérdida dentro de su empresa, pero ¿Cómo es que la gente sigue solicitando este tipo de crédito? La política de hace unos años atrás era que todo trabajador tenía derecho de comprar una casa para recuperar su crédito de tantos años trabajados como compensación por su servicio, más sin en cambio después de la llegada de una reforma se pudo cambiar el hecho de cobrar el crédito mediante un cheque y poder gozar del mismo en dinero efectivo, y así podrían ellos realizar lo más conveniente y no arriesgarse a ser parte de una pérdida monetaria.

### ***CRÉDITOS DEL INFONAVIT***

Con el nuevo esquema de crédito en pesos se prevé mantener un amplio portafolio de productos de crédito hipotecario del Infonavit con el objetivo de cubrir las diferentes necesidades de la demanda:

*Crédito tradicional*, que constituye el principal producto hipotecario. Es fondeado por el Instituto y se otorga a todos los segmentos salariales de la demanda potencial. Este producto se destina a la adquisición de vivienda nueva y usada, construcción de vivienda en terreno propio, reparación, ampliación o mejoras de vivienda y pago de pasivos. Con el nuevo esquema de crédito en pesos se prevé un mayor impulso y dinamismo en la colocación de este producto destinado derechohabientes de altos ingresos. Durante 2017 se propondrá incrementar el monto máximo de crédito hasta el equivalente de 729 VSM con lo que se espera que el producto resulte más atractivo para derechohabientes con ingresos de hasta 25 VSM, actualmente el monto máximo de crédito es de 415 VSM el cual lo alcanzan derechohabientes con salario entre 10 y 12 VSM.

*Segundo crédito*, que abre otorga la posibilidad de solicitar un segundo crédito para compra de vivienda nueva o usada a los trabajadores que hayan liquidado su crédito Infonavit sin quebrantos. Este producto cuenta con una tasa de interés de 10.8% y se fondea en coparticipación con entidades financieras. En 2016 se inició el diseño para ampliar el destino de este producto a pago de pasivos. Debido a que los derechohabientes que adquieren este producto cuentan con un historial de pago con el Instituto y por tanto menor riesgo, en 2017 se impulsará la mayor promoción y otorgamiento de créditos con montos máximos, 25% por arriba de los ofrecidos en 2016.

*Cofinavit* es un crédito para la adquisición de vivienda nueva o usada cofinanciado con entidades financieras. En 2017 se planea otorgar este producto en pesos e incrementar los montos máximos del crédito Infonavit, 71 desde 280,000 pesos para derechohabientes con ingresos de hasta 11 VSM, incrementando hasta 500,000 pesos para derechohabientes con ingresos de 19.6 VSM o mayores; lo que incrementa el atractivo y la rentabilidad del producto.

*Infonavit Total* es un crédito coparticipado con entidades financieras para derechohabientes con ingresos de 21.2 VSM o más, con el cual se puede disponer de una mayor capacidad de crédito.

*Apoyo Infonavit* es un crédito hipotecario para compra de vivienda nueva o usada, o construcción en terreno propio; que otorga una entidad financiera en el cual, el Saldo de la Subcuenta de Vivienda queda como garantía de pago en caso de pérdida de empleo y las subsecuentes aportaciones patronales amortizan el capital. Durante 2017 se buscará que quienes hayan sido derechohabientes del Instituto y no hayan ejercido su crédito, puedan usar el Saldo existente de su Subcuenta de Vivienda como garantía para un crédito de mercado abierto.

Para solicitar un crédito, se debe ser derechohabiente Infonavit y contar con trabajo, además de cumplir los siguientes requisitos: Consultar la Precalificación y puntos para saber si se cuenta con los necesarios para comenzar el trámite, de cuánto ahorro se tiene y cuál sería el monto del crédito, tener 116 puntos con Infonavit, completar la solicitud de inscripción de crédito, presentar dos referencias personales, tomar el taller “Saber para decidir” y que la vivienda cumpla con lo establecido en el programa Hipoteca Verde, que contempla el uso de eco tecnologías para ahorro de luz, agua y gas.

Las iniciativas y programas del Infonavit buscan que las viviendas financiadas por el Instituto sean de mayor tamaño, mejor ubicadas y con servicios, dando pie a un mayor valor y plusvalía de la vivienda. El enfoque del Infonavit se centra en que los derechohabientes adquieran viviendas de mayores dimensiones y que se encuentren mejor ubicadas, permitiendo así el acceso a servicios básicos. De esta manera, se promueve un desarrollo urbano ordenado, con sentido de comunidad y en armonía con el medio ambiente.

### ***¿Pero esta Institución en realidad busca beneficiar al pueblo mexicano?***

El Infonavit se creó ante una realidad disfrazable en el cual millones de trabajadores carecían de vivienda y otros tantos no tenían una vivienda digna, sin embargo a cuarenta y cinco años de su existencia, el problema aún se mantiene y sigue en aumento. Es verídico que el Infonavit a dejado de cumplir sus iniciativas y expectativas tales como “*Brindar los mejores productos financieros para que cada derechohabiente acceda a una solución de vivienda de calidad*”. (INFONAVIT, 2017) Analicemos partiendo con el primer caso situado en las viviendas de los fraccionamientos de nuestra comunidad ubicados en el municipio de Zumpango, Estado de México, municipio en el cual el nivel de empleo es demasiado escaso, no hay empresas ni industrias cercanas, la delincuencia elevada al máximo nivel, el transporte con la tarifa mínima de diez pesos, cantidad que si multiplicada por cuatro integrantes de una familia promedio que llega a habitar en las unidades es un desembolso valido para poder desplazarse y cumplir sus necesidades dentro del municipio, ¿Y que hace una gran parte de los trabajadores que adquieren una casa en este tipo de lugares?

Ciertamente prefieren abandonarlos, rentarlos o revenderlos, es una realidad que el Infonavit se ha convertido en un excelente negocio para sus inversionistas a quienes no les importa saber si el espacio y lugar donde desarrollan sus proyectos de construcción de viviendas es el ideal para que el trabajador satisfaga sus necesidades sin complicaciones, ignorando el por que miles de trabajadores mexicanos en determinado momento no han podido cumplir con sus pagos llegando hasta demandar a cientos de ellos, obligando a aceptar condiciones de pago demasiado duras, abusivas y prácticamente imposible de cumplir, bajo la amenaza de arrebatarles su vivienda; tal es el segundo caso más reciente registrado en el mes de Agosto del año en curso en Tampico Tamaulipas, México, “Más de 200 obreros adheridos a la Federación Local de Trabajadores de Altamira protestaron hoy contra el INFONAVIT por los créditos caros, que ocasionan descuentos altos y que prácticamente los dejan en ceros, además les recogen las viviendas, Pero el problema se ha ido agravando mucho, tenemos créditos caros y el descuento llega a tal grado que dejan en cero a los trabajadores, y por algún motivo la institución recoge viviendas que están en buen estado, incluso estando habitadas por el derechohabiente por supuestos falta de pago se las quitan, pero estamos con la cuestión laboral, estamos expuestos a perder el trabajo y que dejemos de pagar” (EnLineaDirecta.info, 2017); al respecto resalta una gran duda en nosotros



### ***¿Es un fraude el engaño económico con la intención de conseguir un beneficio con el cual alguien queda perjudicado?***

Efectivamente, el concepto fraude esta asociado directamente a una “estafa”, que se refiere a un delito contra el patrimonio o la propiedad, el cual consiste en un engaño para obtener un bien patrimonial, haciendo creer a la persona que obtendrá algo que en realidad si existe físicamente, mas no pasará a ser de su propiedad. La vivienda es un patrimonio familiar, además de que los créditos que otorga esta Institución no son “económicos” pues al trabajador le lleva toda una vida el pagarlos, aumentando, con el paso del tiempo, el costo de la vivienda varias veces en relación al original, por lo que el trabajador la puede considerar su propiedad después de treinta años de adquirir el crédito, a los 50, 60 o más años de edad. Es contradictorio decir que son “*Créditos Costeables*” dado a diversas situaciones que como lo son la falta de ingresos, enfermedades inesperadas o diversas situaciones, se puedan cubrir los pagos de la misma.

Así mismo es prudente mencionar que no todo parece verdad relacionado con el Infonavit; pues este ente no paga realmente lo que le menciona al trabajador al momento de firmar el contrato; Con este presente escrito, pretendemos prevenir a la gente, informándole que no haga caso, que si son derechohabientes de Infonavit acudan directamente a los centros de atención, a verificar este tipo de situaciones. Cuando un derechohabiente ejerce su crédito lo hace con “su cuenta de vivienda y no se ofrecen paquetes adicionales. Posiblemente cuando contratan, en el caso de la vivienda, cuando ejercen su crédito dependen de dónde la seleccionaron, es decir donde optaron por adquirir su vivienda, hay paquetes adicionales que ofrecen los desarrolladores, pero esos ya están incluidos dentro del monto de crédito, no son adicionales.

En este trabajo investigativo se estudió la situación actual referente a las “oportunidades” que ofrece el Infonavit para adquirir una vivienda o un patrimonio para las familias mexicanas y también detallados casos reales en el cual se exponen la situación de familias Mexicanas que adquieren una vivienda en alguna parte del Estado de México.

### **Conclusión**

No es posible, resolver un problema como el de la vivienda, ni ningún otro, cuando tenemos a un gobierno que propicia el desempleo y la disminución del poder adquisitivo de los salarios, por lo que el Infonavit no puede cerrar los ojos ante esta situación pues es parte del mismo gobierno, corresponsable por tanto, y debe implementar medidas, no para amenazar y presionar a los trabajadores, sino para entender su situación y no imponerles contratos leoninos, sino acuerdos justos y razonables, como toda institución de SERVICIO SOCIAL debe hacer. Es necesario que sea el Estado mismo el que tenga su empresa constructora de viviendas, que cuente con sus empresas fabricantes de materiales para su construcción, para abaratar su costo y se puedan ofrecer al pueblo de México créditos realmente baratos y una vivienda auténticamente digna y económica.

El INFONAVIT no debe ser promotor del enriquecimiento de unos cuantos a costa del sufrimiento y sacrificio de miles de trabajadores mexicanos, ni pueden ser cómplices de esta situación los representantes de los sindicatos en los diferentes órganos e instancias de dicha institución, pues sería traicionar a quienes les dieron el encargo de velar por sus intereses: los trabajadores.

### **Notas Biográficas**

<sup>1</sup> Abigail Paulina Manila Jaramillo, estudiante de la Licenciatura en Contaduría, Centro Universitario UAEM Zumpango, México, Conferencia de Ley Anti lavado de dinero en el Colegio de Contadores Públicos del estado de México, [paulinamanila12@gmail.com](mailto:paulinamanila12@gmail.com)

<sup>2</sup> Yuritzi Yomalli García Ramiro, estudiante de la Licenciatura en Contaduría, Centro Universitario UAEM Zumpango, México Primer Congreso de Contaduría y Administración UAEM Zumpango [lc\\_yuritzi@hotmail.com](mailto:lc_yuritzi@hotmail.com)

<sup>3</sup> Brenda Karina Zamora García, estudiante de la Licenciatura en Contaduría, Centro Universitario UAEM Zumpango, México Curso de Cálculo de Impuesto en el Colegio de Contadores Públicos, [96.karinazg@gmail.com](mailto:96.karinazg@gmail.com)

<sup>4</sup> Norma Oralia Flores Domínguez funge como apoyo administrativo en el área de control Escolar además de docente en la Lic. En Contaduría en Centro Universitario UAEM Zumpango, México, Maestra en Derecho por la Universidad Abierta de Tlaxcala y Maestra en Derecho Parlamentario, [oralisar@hotmail.com](mailto:oralisar@hotmail.com)

## Bibliografía

*EnLineaDirecta.info*. (11 de Septiembre de 2017). Recuperado el 11 de Septiembre de 2017, de  
<http://www.enlineadirecta.info/noticia.php?article=315016>

INFONAVIT. (14 de Julio de 2017). *INFONAVIT*. Recuperado el 07 de Septiembre de 2017, de Portal Infonavit:  
[http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/Infonavit/El+Instituto/Perfil\\_institucional/Vision\\_mision\\_objetivos\\_institucionales\\_y\\_valores](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/Infonavit/El+Instituto/Perfil_institucional/Vision_mision_objetivos_institucionales_y_valores)

UNIÓN, C. D. (27 de Abril de 2016). *LEY DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES*.  
Recuperado el 07 de Septiembre de 2017, de LEY DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS  
TRABAJADORES: <https://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/d5a2d2b7-3d3b-482d-9237-ab97b87aaed6/LEY+INFONAVIT+19MAR2014.pdf?MOD=AJPERES>

NOSTRA EDICIONES. (2009). PARA ENTENDER EL INFONAVIT. JESUS SILVA-HERZOG MARQUEZ.

# Influencias medievales en las festividades religiosas populares de la América Virreinal

Dra. Jessica Marcelli Sánchez<sup>1</sup>

**Resumen**—Las festividades religiosas que son apropiadas por la población a través de manifestaciones populares en zonas externas a los recintos de culto, representan un interesante fenómeno social que merece ser estudiado. Las celebraciones que tienen un origen lejano han sufrido interesantes modificaciones y adaptaciones por parte de la población que las recibe. En América, el cristianismo y las tradiciones prehispánicas lograron crear un sincretismo, religioso y cultural, que a pesar de sus distinguidas particularidades y los años acumulados, siguen conservando matices similares en distintos escenarios. El presente artículo hace un breve recorrido histórico desde Constantinopla y la América Virreinal hasta los escenarios actuales de Guerrero, Perú y Jalisco para mostrar similitudes y particularidades en la riqueza de las tradiciones y el culto en la festividad a la Santa Cruz.

**Palabras clave**— Historia, Religión, Virreinato, Medieval, Patrimonio.

## Introducción

El sincretismo entre las festividades prehispánicas relacionadas con los ciclos agrícolas y la herencia cristiana, se hace evidente en algunas de las celebraciones religiosas populares, en Europa y en el Nuevo Mundo. La conquista española introduce la religión católica junto a todo un bagaje de comportamientos y formas públicas de celebrar el culto, las cuales junto a las tradiciones indígenas, producen un sincretismo complejo que se desarrolla de manera intensa y variada en las diferentes regiones de México. Como lo menciona la estudiosa Johanna Broda (2002), es importante resaltar “la capacidad creativa” que han mostrado los pueblos de indígenas a partir de la colonización para reelaborar sus creencias, ritos y relaciones sociales y adaptarlas a su entorno.

Un claro ejemplo de reelaboración creativa y sincretismo de cultos, lo constituyen las fiestas patronales y las procesiones que se realizan en el territorio americano. La festividad en honor a la Santa Cruz, por ejemplo, ha ido transformándose y adquiriendo nuevos matices a lo largo de su historia en el contexto de la Europa occidental y enfrentando una mayor adaptación a su llegada a los confines del Nuevo Mundo. Las principales actividades relacionadas con dicha festividad es que no se desarrollan dentro de la iglesia sino en las calles, los cerros, los pozos de agua, los ríos y manantiales, es decir, siempre en relación con la naturaleza y los ciclos naturales agrícolas.

La festividad de las cruces en Europa, Perú o Tonalá, Jalisco es una clara muestra de la fusión de los cultos cristianos primitivos, la burocracia hispana heredada y una fuerte tradición ritual que mantiene raíces prehispánicas. A pesar de que dicha fiesta forma parte del culto católico y es introducida por los españoles en su conquista, su desarrollo dista bastante de los cánones de la liturgia oficial. Un rasgo distintivo es que se trata de ceremonias públicas en las que participa todo el pueblo, una religiosidad popular en donde su organización es por representantes elegidos por el colectivo. Dicha organización se basa en una normativa interna que designa y establece el *modus operandi* de un grupo de personas y vuelve a la celebración menos espontánea y más arbitraria.

Cabe resaltar que en Tonalá, Jalisco la fiesta principal y oficial es la dedicada a su Santo Patrono Santiago. Sin embargo, la devoción a la Santa Cruz se ha mantenido como una forma de religiosidad popular alterna a su veneración principal. Las celebraciones en torno a la Santa Cruz son una viva muestra del sincretismo cultural y religioso de los pueblos prehispánicos y del culto católico.

## Descripción del Método

Para acercarnos al estudio concreto de la festividad popular de la Santa Cruz en el municipio de Tonalá, Jalisco, se realizaron distintas entrevistas a los miembros de las hermandades a cargo del cuidado y continuidad de la tradición, así como a un profundo estudio de fuentes primarias y secundarias. La extensa bibliografía existente sobre la celebración de la Santa Cruz esperaba ser vinculada con los fenómenos que se siguen manifestando en distintas poblaciones de nuestro territorio. Desde su aparición y llegada al nuevo mundo, el culto a la Santa Cruz, así como la fecha de su celebración son introducidas por los españoles al momento de la conquista, siguiendo una larga tradición del calendario cristiano y a la leyenda en torno a dicho símbolo. El proceso de formación que acompaña a dicha reliquia tiene lugar entre los siglos IV y XII, cuando se forma una leyenda compleja, construida al recolectar narraciones apócrifas, textos patrísticos, historiográficos y litúrgicos. Su estudio abarca cultos de reliquias, caminos

---

<sup>1</sup> Jessica Marcelli Sánchez es profesor investigador en el Centro Universitario de Tonalá (CUTonalá) de la Universidad de Guadalajara: [jessica.marcelli@cutonala.udg.mx](mailto:jessica.marcelli@cutonala.udg.mx)

de peregrinaje, historias de viajeros, de pelegrinos y de cruzados. Relaciona padres de la iglesia, caballeros y órdenes mendicantes, así como el mito del árbol de la vida. Su historia literaria es larga y compleja.

La reliquia del *lignum crucis*, como lo menciona Hesemann (2000), dona el soporte material de la construcción de la memoria y a lo largo del Medioevo comienza a surgir una gran producción de imágenes y textos que durante el largo de quince siglos, van a construir el soporte para la festividad y leyenda de la Santa Cruz. Es importante recordar que anterior a este suceso, la cruz era un símbolo secundario frente a toda la iconografía paleocristiana y solo a partir de este hallazgo, se impone la cruz a manera de una propaganda religiosa e imperial. (Loconsole, 2005)

La festividad de la Santa Cruz encierra tres diferentes tradiciones que con los siglos se fueron fusionando y categorizando: el hallazgo de la Cruz, la Exaltación de la Cruz y el origen de la madera de la Cruz. Cada una se desarrolla en diferentes periodos y se encuentran en el periodo medieval. (Baert, 2013) En esta etapa, las historias resultaban muy fragmentadas y la iconografía del momento dio una identidad alegórica a la leyenda.

A Elena, madre de Constantino y venerada por el culto católico como la Santa madre emperatriz, se le atribuye la primera tradición con el llamado “Hallazgo de la cruz” en Jerusalén (Réau, 1997). El relato del hallazgo de la emperatriz sucede a finales del siglo IV y fue tomado de diversas fuentes de la patristica e historiografía que giran alrededor del siglo IV e inicio del siglo V. El estudioso Borgehammar (2001) realiza un extenso estudio sobre el origen del culto de la reliquia de la Cruz en sus diferentes etapas históricas. Las primeras representaciones iconográficas al respecto aparecen en los Cánones del Concilio de Vercelli, alrededor del año 800 e introducen diseños que refieren la leyenda, en donde aparece Elena recibiendo la Cruz en sus brazos. Estas escenas señalan el inicio de la instauración de un Estado cristiano bajo el control de los emperadores. Sobre este punto es recomendable remitirnos al estudio de Christopher Walter (1968) que comprende la recopilación de diversos manuscritos de la Biblioteca Vercelli en Italia.

La segunda tradición surge en el siglo VII como “la Exaltación de la Cruz” y se remonta a las hazañas del emperador Heraclio para regresar al Santo Sepulcro la parte de la Cruz que Elena había encontrado y que posteriormente había sido robada por los persas al mando de Cosroe II. Heraclio representa el salvador en esta tradición, la cual se difunde en la liturgia occidental y es celebrada al igual por protestantes y ortodoxos en la fecha de celebración del 14 de septiembre. La celebración del “Hallazgo de la Cruz” por parte de Elena, se mantiene a la par de la celebración de la Exaltación por muchos siglos posteriores.

Más adelante se suma una tercera tradición, la cual se enfoca en la madera de la cual se fabrica la Cruz de Cristo, así aparece la leyenda del árbol creador, el árbol de la vida. Dicha tradición se vuelve compleja al introducir este elemento, cuya mística, religiosa y simbólica se extiende en una diversidad de culturas a lo largo de la historia. En el culto cristiano, la madera de la Cruz se identifica con el árbol de la vida del libro del Génesis. Esta tradición aparece escrita a partir del siglo XII, al introducirse en el discurso del Antiguo Testamento por los exégetas cristianos de los primeros siglos. Durante los siglos XI y XIII la Santa Cruz sirvió de base para la exaltación de los valores cristianos de las cruzadas y aparece en las luchas entre el papado y el imperio.

En el siglo XIII surge el apreciado trabajo de Santiago de la Vorágine, conocido como la “Leyenda dorada” que recientemente ha sido retomado en su versión al castellano (Voragine, 2014). En dicha obra, se relacionan las tres tradicionales narrativas con las variantes dictadas por la tradición literaria. En esta obra, Vorágine maneja la tradiciones del hallazgo de la Cruz de Elena y la del árbol de la vida bajo una misma festividad señalada y clasificada al 3 de mayo. La tradición de la Exaltación relacionada con Heraclio continuará señalándose para el 14 de septiembre.

Esperaremos a las representaciones del arte figurativo para lograr unificar las tres tradiciones en un solo pasaje, como muestra la obra de Piero de la Francesca en la capilla Bacci, realizada alrededor del año 1453, en las instalaciones de la Basílica dedicada a San Francisco, en Arezzo, Italia. Los frescos presentan un conjunto lleno de tradiciones literarias e iconográficas consolidadas, los cuales se integran y se relacionan con la mística franciscana. Más adelante, con la historiografía moderna realizada entre los siglos XV y XVII, se gestaron textos historiográficos, mitos y tradiciones litúrgicas, destinadas a perpetuar en el tiempo y retomarse con espíritu crítico. La obra de Vorágine se analiza y comenta con un acercamiento filológico y arqueológico de las fuentes escritas e iconográficas. En la actualidad, continúan los estudios y publicaciones sobre el argumento en cuestión, recorriendo la tradición de la Cruz desde el siglo IV hasta nuestros días, sobre todo aquellos con un enfoque religioso y dogmático.

Como hemos mencionado, las dos celebraciones en honor a la Santa Cruz se transmiten de Jerusalén a Constantinopla y después, a la iglesia de romana. En Occidente, la festividad del 3 de mayo entra en el misal romano en el año de 1570 y se mantiene hasta la reforma litúrgica del 1970, cuando fue eliminada del calendario ordinario del rito romano. La festividad del 14 de septiembre dedicada a la Exaltación se mantuvo y continúa celebrándose en Europa y en América. En México, la aceptación y sincretismo hacia la festividad del 3 de mayo entra con mayor fuerza y la festividad se mantiene viva con diferentes expresiones que varían de región a región. La fiesta de la

Exaltación de la Cruz, al pertenecer al misal romano se sigue celebrando ordinariamente, sin embargo, la intensidad de las celebración es menos ferviente.

### *La Santa Cruz en la América Virreinal*

La festividad del “hallazgo de la Santa Cruz,” celebrada el 3 de mayo, es bastante difundida en todo México con diferentes matices, como lo es la celebración del día del albañil. En el caso de algunas comunidades indígenas, los ritos que se llevan a cabo en este día son diversos y varían de región a región, según su contexto. En algunas localidades, la fiesta religiosa es de carácter popular y se realizan festejos muy grandes y reconocidos.

En las comunidades indígenas, se observa que la mayoría de las celebraciones se relacionan simbólicamente con el cambio de la estación, la llegada de las lluvias y el inicio del momento de cultivo. En el caso de Guerrero por ejemplo, en la localidad conocida como la “Montaña”, ubicada en el municipio de Tlalchapa, se sitúa una falla natural en donde se ha formado un centro regional de peregrinación que abarca un gran número de comunidades nahuas. En este lugar es de gran importancia la fiesta de la Cruz, a la cual y para su celebración llegan peregrinos provenientes de distintas zonas. En la “Montaña” los peregrinos cargan decenas de cruces y las colocan sobre una capilla o alrededor de ella. Cada cruz representa a las diferentes comunidades que participan. Los peregrinos realizan cantos y entonan plegarias para tener periodos de lluvia y con ellos cosechas favorables. Sus cantos mezclan las tradiciones de la religión cristiana pero fuera del recinto, en el paisaje natural y las suplicas a la lluvia.

Otro caso lo encontramos en la zona del Altiplano Central, en el Valle de Ixtlahuaca. En esta zona se encuentra otro centro de peregrinaje, el cerro de Santa Cruz, el cual recibe cada 3 de mayo a cientos de peregrinos indígenas, entre otomíes y mazahuas, para realizar danzas y ritos para pedir la llegada de las lluvias. (Barrientos, 2001) De nueva cuenta en Ixtlahuaca, vemos esta festividad tan cargada del sincretismo religioso de ambas culturas, con las cruces en alto por un lado y los cantos y rezos a su entorno natural, suplicando la lluvia.

Estos ejemplos de sincretismo los encontramos también fuera del territorio mexicano, como es el caso de la localidad de Huamantanga, en Perú. En esta localidad se celebra una fiesta conocida como la “Fiesta de las cruces” el 6 de enero. La fiesta está relacionada con el inicio de las lluvias y de las siembras en la región. Es una fiesta de gran arraigo popular que celebra a diecisiete zonas vinculadas con diecisiete cruces, las cuales son adornadas con flores y listones y son llevadas en procesión sobre las lomas comunales, rezando por las lluvias. Las procesiones son acompañadas de música, danzas, comida y alegría. En Perú, también se celebra el 3 de mayo la fiesta litúrgica de la Cruz con diversos festejos. Sin embargo, las fiestas de las cruces se extienden al mes de enero para vincularlas con los ciclos agrícolas. (Broda, 2001)

Los anteriores casos marcan una referencia sobre la tradición que existe alrededor de la festividad de la Santa Cruz, en el municipio de Tonalá, Jalisco. La tradición de “Las cruces” en Tonalá, tienen su origen incierto. La historia oral nos remonta al periodo colonial con el posible sincretismo de tradiciones prehispánicas, sin embargo, no se ha localizado la documentación al respecto para determinar un periodo exacto. Los festejos y las actividades comienzan el 30 de abril para dar inicio formal de las actividades el día de la Santa Cruz, el 3 de mayo. Las actividades se extienden y continúan por quince días consecutivos.

La tradición conmemora la protección de los pozos y los manantiales, agradeciendo su gracia a la divinidad, en este caso representada por el símbolo de la cruz. Al ser varios pozos los conmemorados, son varias cruces las que se festejan. Con el paso de los años y la introducción de las tuberías, los pozos han desaparecido, sin embargo, fueron bautizados con un nombre y en su antigua fuente se ha construido una pequeña capilla con una cruz. Su festejo gira en su memoria y en el lugar de cada capilla, que en conjunto son conocidas como “las cruces”. La tradición se extendió por toda la cabecera municipal y ahora son dieciocho capillas las que se han sumado a los festejos que se conservan desde 1880. (Basulto, 2015)

Los festejos se realizan en un ambiente popular, en las calles, lejos de las iglesias. Se comienza muy temprano con “las mañanitas” y con un desayuno sencillo, en donde participan varios vecinos e invitados. En las ocasiones en las que he tenido la oportunidad de asistir y compartir con los vecinos del lugar varios festejos, he observado que por lo general el desayuno consiste en menudo, siempre amenizado con música en vivo. El desayuno se realiza en las calles, las cuales se cierran y se apropian para el festejo. Las capillas son adornadas con flores, veladoras, papel picado y elegantes telas sobre las cruces y se mantienen abiertas para la ocasión. Por la tarde se celebra una misa y por la noche se prende un castillo acompañado de cena y música. En ocasiones, las procesiones son acompañadas de sonajeros, las noches con música versátil. Es una celebración grande para toda la gente el barrio, la gente se apropia de su espacio. Las calles se cierran y la comunidad, sin molestias ni arrebatos, respeta el espacio y la logística de la celebración. La festividad es una celebración para todos, por lo que los servicios municipales estarán atentos a la seguridad de los vecinos.

Las festividades están reguladas y son organizadas puntualmente por las llamadas, hermandades. Cada hermandad está a cargo de una cruz y procura que su festejo sea llamativo, rico, colorido y que resalte del resto de

capillas. Las hermandades son formadas por los grupos de vecinos interesados en mantener la tradición y encargarse de organizar y designar las funciones de los miembros; reunir fondos y dar seguimiento a la logística de los requerimientos. La organización que gira en torno a la celebración de las cruces en Tonalá está bastante establecida y es participativa, por lo que fue necesario crear una institución que gestionara y organizara los trabajos de todas las hermandades. En el año de 1971 se creó una comisión para organizar dichos trabajos, formalizándose en el 2010 con un Reglamento Interno. (Basulto, 2015) Dicha comisión está integrada por dieciocho hermandades y encabezada por una mesa directiva con cargos honorarios de presidente, secretario y tesorero, los cuales se renuevan cada dos años por medio de una elección participativa. (Reglamento interno de hermandades, 2010)

Se forman varias comisiones y sus deberes se encuentran muy bien establecidos en el “Reglamento Interno de las hermandades de la Santa Cruz de Tonalá, Jalisco”. Dicho reglamento estipula en su artículo 4, que las hermandades fomentarán la espiritualidad y devoción a la Santa Cruz y la formación de sus miembros, en sus barrios y comunidades. Las hermandades se declaran una asociación religiosa integrada por fieles cristianos laicos, siempre bajo la asesoría y el acompañamiento de un sacerdote. El reglamento interno de las hermandades comprende en su totalidad once capítulos y cuarenta y siete artículos bien definidos.

Es en este reglamento en donde se encuentran plasmadas las disposiciones generales, el modo de integrar la mesa directiva y las funciones correspondientes a la misma; los derechos y obligaciones de cada integrante, las sesiones de trabajo establecidas, la calendarización de las misas que cada hermandad debe realizar, los festejos, la entrega y recepción de la Santa Cruz, los bienes y las sanciones a los incumplimientos. El primer reglamento del que se tiene noticia fue aprobado en su totalidad en asamblea extraordinaria el 15 de marzo del 2010 y publicado el 25 de mayo del mismo año en los estrados de la Parroquia de Santiago Apóstol. En dicho Reglamento interno se establece la calendarización de las misas destinadas a los festejos del mes de mayo con motivo del día de la Santa Cruz. A través de esta normatividad, se llevan a cabo los festejos y se logran regular los tiempos y los espacios. (Reglamento interno de hermandades, 2010)

Las hermandades renuevan a los encargados cada año a través de un sorteo realizado la noche anterior a la fiesta de la Santa Cruz. En dicho sorteo se designan las comisiones, los encargados, las funciones a realizar, se revisan las cuentas y se recuerdan los deberes propios de la hermandad y su celebración. A pesar de que las celebraciones de las cruces inician a partir de la fiesta de la Santa Cruz el 3 de mayo, el trabajo de las hermandades es continuo y durante todo el año. (Basulto, 2015) Las hermandades mantienen la unidad entre sus socios, brindan apoyo económico, espiritual y moral en caso de dificultades y sobre todo, mantienen una tradición viva.

Las hermandades, en el afán de mantener y acrecentar el número de sus adeptos, han creado una página en Facebook en las redes sociales, a través de la cual organiza colectas para solicitar apoyos económicos y documenta las festividades. (<https://www.facebook.com/hermandadesdelasantacruz.entonalá>) La página en línea se encuentra activa desde mayo del 2013 con las 18 hermandades participantes y menciona su propósito de promover y cultivar la devoción y espiritualidad a la Santa Cruz. La creación de dicha página ha resultado muy buena estrategia para involucrar hasta el público más joven en las festividades y mantener viva la tradición. Es una buena manera de documentar las fiestas e invitar a todos los interesados en sumarse a los esfuerzos.

La imagen que manejan las hermandades para identificarse y además es utilizada en la página de Facebook, así como en las asambleas, es la Cruz de su Santo Patrono, Santiago. En los últimos años, la mesa directiva comenzó a difundir un nuevo emblema que incluye motivos de identidad de los barrios tonaltecas. Dicho emblema comprende una cruz realizada con trazos de pintura, aludiendo a la tradición alfarera del municipio. Junto a la Cruz aparece el número 18 y la letra “H”, que simbolizan el número de hermandades, todo sobre un fondo color amarillo, que simboliza el sol y el escudo de armas de Tonalá. La nueva imagen se ha difundido en redes sociales y en las camisas que los miembros de las hermandades hicieron para identificarse. A pesar de esto, en la actualidad la cruz de Santiago sigue utilizándose para identificar a las hermandades de la Santa Cruz. Las fiestas dedicadas a las cruces en Tonalá generan un ambiente de identidad entre los vecinos y su respectivo barrio. Ser parte de la celebración significa dar continuidad a lo que ha sido la tradición de sus antecesores. Participar con el trabajo propio, colaborar y cooperar en alguna tarea, consolida las relaciones de la comunidad y se da un beneficio para todos, para el colectivo.

La estructura que administra la celebración recae en los organizadores así como los recursos requeridos año con año. El comité tonalteca se renueva según la descripción que sigue:

*En un sombrero o canasto se incluyen los papelitos que contienen los nombres del cargo que va a sortearse. Los números van del uno al ocho. El presidente en funciones, con el sombrero o canasta en mano, va invitando a los miembros de la asociación presentes a que participen en la rifa. Unos aceptan y otros no. Cuando alguien por fin se decide toma un papel y, cuando eso sucede, se arroja un cohete al aire. Se siguen promoviendo los cargos hasta que todos se asignen. Una vez que todos han sido repartidos, se procede a la apertura de los mismos y a su lectura en público. Cuando sale el papel con el nombre de la Santa Cruz, es sabido que la persona designada será el*

*primer cargador por un año. Otro cargo es el de comisión y su poseedor tendrá una responsabilidad de dos años. Se llega así al final y, una vez que ha sido dado a conocer, se enciende la ristra pirotécnica.* (Marrón, 2006)

Las fiestas de la Santa Cruz en Tonalá han permitido construir una red de relaciones sociales para la celebración, la herencia de la práctica y de la tradición. La manera en que se funden la religión, la fiesta y la burocracia son múltiples. Esta característica ha facilitado el arraigo de las fiestas en los vecinos de los municipios y su continuidad. Desde el inicio de la celebración, en cada barrio se instalan juegos mecánicos y puestos de comida o de diversiones, lo que convierte a la reunión en una verbena que motiva la convivencia entre vecinos, es el goce mezclado con la fe.

#### A manera de conclusión

La herencia del mundo medieval y pre-tridentino, a pesar de su lejanía temporal y espacial, dejan su huella en lo contemporáneo y se sincretizan con el imaginario de los pueblos indígenas y los barrios populares en el nuevo mundo. La estrecha relación que encontramos con las celebraciones prehispánicas y los ciclos agrícolas y las festividades cristianas pone en evidencia el fuerte arraigo de las creencias populares.

El origen litúrgico de la festividad de la Santa Cruz originado en los confines del periodo imperial, se hereda a la Europa occidental y se implanta en el Nuevo Mundo, creando un fenómeno único. La herencia de los conquistadores y los evangelizadores crea un proceso sincrético con importantes particularidades que merecen ser estudiadas. La labor evangelizadora en el Occidente del país y la fuerza civil del virreinato, impusieron una serie de tradiciones que no se desprendieron totalmente de sus raíces prehispánicas, ligadas a aspectos y ciclos naturales.

El caso del municipio de Tonalá presenta una variedad de encuentros religiosos, sociales y culturales que se conjuntan en uno de los meses más calurosos del año, mayo. Hay que tomar en cuenta que en Europa abril y mayo son meses en que despunta la abundancia de la primavera y se agradece el temporal. En México, dichos meses son más calurosos del año y las tradiciones populares, en ese sentido, son bastante diversas. El culto popular tuvo que adaptarse a sus necesidades y hay una reelaboración de la liturgia europea que se adapta al entorno natural, ligado a los ciclos agrícolas y a su contexto.

Cabe señalar, que la festividad de la Santa Cruz no tiene el rango de fiesta patronal en Tonalá, sin embargo, la celebración está bastante arraigada en sus habitantes. Las fiestas de la cruz pertenecen primero al pueblo que a la institución eclesiástica. Los barrios encontraron en las cruces una devoción auténtica y expresiva de su comunidad, una devoción que se ha heredado colectivamente y expone sus convicciones religiosas. Esta devoción esta además documentada y normada por un reglamento interno e instrucciones precisas que la vuelven una práctica formal.

Por sus características, las festividades de las cruces en Tonalá, Jalisco, merecen entrar en la categoría de Patrimonio Cultural Intangible y recibir apoyo para su preservación y defensa. La continuidad de la tradición está en las manos de los mismos vecinos y participantes de los festejos, cuyo esfuerzo ha hecho posible crear lazos entre el pasado y presente. Queda a los investigadores, abonar en el estudio de sus raíces y en el contexto histórico de tan ferviente y viva tradición tonalteca.

#### Referencias

- BAERT, Barbara, "La legenda della vera croce e la sua iconografia (VIII-XV secolo). La disseminazione dei cicli figurativi in prospettiva europea" en *Constantino I: Enciclopedia costantiniana sulla figura e l'immagine dell'Imperatore del cosiddetto Editto di Milano (313-2013)*, vol.II, Istituto della Enciclopedia Italiana di Giovanni Treccani, Roma, 2013.
- BARRIENTOS López, Guadalupe, *El cerrito Tepexpan: sustentador de vida. Ritual y reproducción cultural de mazahuas y otomíes en el Altiplano de Ixtlahuaca*. Tesis de maestría en Etnohistoria, División de Estudios de Posgrado, ENAH, México, 2001.
- BASULTO LEMUS, Alfredo y Diana Garcidueñas, *Tonalá. Tradición viva*. Conacultura, Tonalá, 2015.
- BORGEHAMMAR, Stephan, *How the Holy Cross was found. From event to Medieval Legend. Whit appendix of texts*, Stockholm, 1991.
- BRODA, Johanna, "La etnografía de la fiesta de la Santa Cruz: una perspectiva histórica" en Johanna Broda y Félix Báez-Jorge (coords.) en *Cosmovisión, ritual e identidad de los pueblos indígenas de México*, FCE, México, 2001.
- \_\_\_\_\_, "La ritualidad mesoamericana y los procesos de sincretismo y reelaboración simbólica después de la conquista" en *memorias del XVI Congreso Nacional Estado, Iglesias y Grupos Laicos*, Puebla, 2002.
- HESEMANN, Michael, *Titulus crucis*, ed. San Pablo, Milán, 2000.
- LOCONSOLE, Michele "Il simbolo della croce tra giudeocristianesimo e tarda antichità: un elemento della translatio Hierosolymae", in "*Liber Annuus*" LIII, Jerusalém, 2005.
- MARRÓN, Oscar (et. al.) *Las cruces de Tonalá*, Cuadernillos Tepalcate, México, Ayuntamiento de Tonalá, 2006.

RÉAU, Louis, *Iconografía del arte cristiano: Iconografía de los santos De la A a la Z*, T.2, vol. 3, Ediciones del Serbal, España, 1997.

VORAGINE, Santiago de la, *Leyenda Dorada*, trad., José María Macías, Alianza Editorial, España, 2014.

WALTER, Christopher, “Les dessins carolingiens dans un manuscrit de Verceil”, en *Cuadernos arqueológicos*, 18 (1968), pp. 99



# Análisis de factibilidad para proyectos de TI, con énfasis en metodologías innovadoras

M.C. Oscar Mares Bañuelos, M.C. Enrique Macías Calleros,  
M.A. Alfredo Salvador Cárdenas Villalpando, M.A. Víctor Aparicio Rosas <sup>1</sup>

**Resumen.** La naturaleza del proyecto que vamos a sustentar mediante estudios de factibilidad, considera como premisa ubicar al capital humano como centro de esta investigación. Sin duda, estamos hablando del activo más valioso de las organizaciones es decir, del capital humano. Mucho se habla de innovación, de ciencia y tecnología, nuevas TI, planeación estratégica, y de estándares internacionales, de agenda digital y de otros temas no menos importantes como las metodologías innovadoras. Sin embargo, queremos recalcar la importancia del primer texto, el cual hace hincapié en que todos los recursos de la organización son sumamente valiosos, pues son indispensables a la hora de materializar cualquier clase de proyectos.

**Palabras clave.** Metodologías, Gestión, Factibilidad, Competitividad TI.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizan una serie de análisis con la finalidad de probar en forma académica la importancia que deriva de un enfoque sobre el capital humano en las organizaciones, así como también la manera en que este incide en las tasas productividad general de la empresa, y de cómo se agrega valor a los procesos productivos, para convertir a la organización en una entidad competitiva.

En palabras de (Cosío Hurtado, J M, 2011), - *No existe una concepción unánime del plan de negocios, pues cada autor tiene su propio criterio.* -

En este mismo contexto, también se pretende dar respuesta a la cuestiones como la justificación de proyecto tanto técnica como financieramente, que puedan alentar a los inversionistas, sociedades crediticias y al sector social en que impactará.

Sin embargo, comprendemos que se pueden realizar otro tipo de análisis, que responden a otros tantos aspectos torno a la factibilidad de proyectos.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El valor agregado que aportan las empresas de TI en la economía mundial, también se ve reflejada en el estado de Colima, México, que de acuerdo al informe (IMCO, 2015), sobre TI, lo posiciona en lugar satisfactorio, propósito fundamental de la (AIMSI, 2017), en relación con su objetivo del Cluster de TI, en referencia con nuestro estado.

Se analizan entonces, algunas premisas de entidades importantes o de referencia en materia de TI, así como en metodologías indicadores internacionales que refieren a la industria de TI, los cuales sirven como insumo a los planes de negocio para esta industria.

“Un plan de negocios es útil para ayudar a conocer el negocio en detalle, es decir, sus antecedentes, las estrategias, factores de éxito o fracaso y las metas”, (Paucara Pinto, E; Andía Valencia, W, 2013).

Para (Valencia, W A, 2011), - *En el campo empresarial las decisiones de inversión son muy importantes porque son el medio para implementar las estrategias y lograr los objetivos que se han propuesto. El documento básico para el análisis de la decisión de inversión es el proyecto de inversión.* -

## OBJETIVOS

**Generales:** Analizar el estado del arte en materia de inversión en TI, basadas en las mejores prácticas de la industria, en las organizaciones cuyo giro sean los modelos de negocios basados en TI.

---

<sup>1</sup> Los M.C. Oscar Mares Bañuelos, Enrique Macías Calleros, M.A. Alfredo Salvador Cárdenas Villalpando, M.A. Víctor Aparicio Rosas, son Profesores Investigadores de Tiempo Completo de la Facultad de Contabilidad y Administración Tecomán, de la Universidad de Colima, cultivan la LGAC “Competitividad, TI en los modelos administrativos”, oscar\_mares@uocol.mx, enrique\_macias@uocol.mx, alfredo\_salvador@uocol.mx, vicaparas@uocol.mx.

**Específicos:** Comprender las premisas planteadas para tener éxito en la inversión de estos entes económicos, para modelo de negocio basados en TI en el estado de Colima, México.

### HIPÓTESIS

**H:** El valor agregado que aportan las empresas de TI a las economías locales, como el estado de Colima, México y sus diferente sectores, se sustenta en las premisas de innovación y vocación económica de cada una de estas.

**H<sub>0</sub>:** Informes como el de IMCO 2015 sobre TI, definen a la industria de TI en Colima, México.

### JUSTIFICACIÓN

La presente investigación analiza el comportamiento de indicadores de competitividad que las empresas del sector, cuyas premisas de inversión aquí planteadas tendrán impacto significativo para sectores con vocación económica, ya identificada y declaradas como potenciales ejes del crecimiento estatal en Colima, México.

### MARCO TEÓRICO

La rentabilidad de las empresas de TI, es alta lo que se refiere a productos y servicios, de esta manera, es por ello, que la triple erice de Porter se impulsa con entidades económicas de esta naturaleza.

Estudios al interior de dichas entidades económicas, arrojan que el capital humano, y las metodologías innovadoras forman parte de esta riqueza competitiva.

La academia, la industria, y el estado han tomado cartas en el asunto, para que estas entidades logren efficientar y automatizar procesos, para contar con el recurso humano, cuyas competencias profesionales cubran las necesidades que el mercado competitivo le demanda.

**PREMISA 1, AMITI:** El mercado de TIC representará el 5% del PIB hacia el 2015 con un valor de 35 mil millones de dólares en México. Publicado el 2 jul, 2015. El 50% de las empresas en México apuestan sus inversiones en TIC hacia mejoras en la productividad y los procesos de negocio. Se espera que la inversión de los operadores de Telecomunicaciones, Data Centers y proveedores de internet en México alcance los 9.6 mil millones de dólares durante el 2015. México D.F., a 18 de junio de 2015. En términos macroeconómicos, el 2015 ha representado un panorama de incertidumbre económica para Latinoamérica, principalmente por aspectos del tipo cambiario y el precio del petróleo; sin embargo, para la economía mexicana el crecimiento del PIB esperado es de 2.8% para 2015 (3.20% para 2016), informó IDC, la principal firma de inteligencia de mercado, servicios de consultoría y conferencias para los mercados de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones (AMITI, 2015).

**PREMISA 2, AIMSI:** Con relación al contenido del Paquete Económico 2017, presentado ante la Cámara de Diputados el pasado 8 de septiembre, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y de Tecnologías de la Información (CANIETI, 2017), en conjunto con la Asociación Mexicana de Tecnologías de la Información (AMITI, 2016) y la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI, 2016) manifiestan su preocupación por el contenido inicial de la propuesta que reduce significativamente el monto de recursos destinados a programas que inciden directamente sobre la productividad, el desarrollo de talento, el emprendimiento y la innovación, elementos centrales de nuestra industria.

Fig. 1: Cluster de TI en estado de Colima, México.



Fuente: <http://clustertic.org/>

Los tres organismos representamos industrias que engloban sectores estratégicos de la economía nacional: Electrónica, Telecomunicaciones, Tecnologías de la Información e Internet, que en conjunto suman 14 mil 158 unidades económicas, de las cuales el 97.13% corresponde a micro, pequeñas y medianas empresas. Estas empresas dan empleo a más de 1.2 millones de mexicanos y debido a su grado de especialización sus ingresos, así como la calidad de vida de sus familias es superior al promedio nacional, (AIMSI, 2015).

**PREMISA 3, IMCO:** El presente documento ha tratado de plasmar de manera holística la situación del sector de las TIC en México, evaluando los diversos indicadores posibles no sólo de telecomunicaciones sino también del uso y apropiación del internet y las computadoras. México aún no está aprovechándolos al nivel que podría. En todos los comparativos internacionales, el país se encuentra en desventaja relativa. Partiendo del supuesto que la vasta literatura sobre el impacto de las TIC en la economía está correcta, México está desaprovechando una oportunidad de aumentar su productividad, su bienestar social y el aceleramiento de la disminución de las diversas brechas sociales que existen,

Para (Valencia, W A, 2011), - *el proceso de la globalización de la economía y la configuración de bloques comerciales ha hecho resaltar intensamente los grandes beneficios que se obtienen a invertir en la formación y en la adecuada administración del capital humano como factor competitivo y de progreso.* -

**PREMISA 4, FORBES:** Las TIC han demostrado ser uno de los sectores de mayor crecimiento de la economía mexicana, y aunque México se encuentra rezagado en el desarrollo de las TIC, en contraste con algunas de las economías de América Latina, analistas de la industria prevén un repunte del 15% para los próximos años.

Recabar y distribuir información ya no es una tarea que corresponde solamente a países con tecnología de punta. Prueba de ello es que actualmente México ocupa el tercer lugar a nivel mundial en exportación del sector de TIC, de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía (SE).

México se ha logrado posicionar como uno de los más importantes exportadores en el mundo y en telecomunicaciones el volumen de servicios continúa en un constante crecimiento. Cifras de la firma de consultoría Accenture muestran que en 2013 las TIC en México crecieron un 9.6%, que representó un 5.6% del PIB del país.

**PREMISA 5, FORTUNE 500:** *Las 10 empresas de tecnología más importantes del mundo Febrero, 2014.* En el mundo de la tecnología, y más específicamente en el sector de la electrónica de consumo, son muchas las empresas que buscan posicionarse entre los consumidores como aquellas que mayor promueven los conceptos de innovación, sin embargo, muy pocas logran superar nuestras expectativas como usuarios.

Fig. 2: Métricas de competitividad en México



Fuente: <http://imco.org.mx>

Fig. 3: Impacto de la economía basada en TI

RANK	COMPANY	REVENUE (\$M)
1	Walmart	\$485,873
2	Berkshire Hathaway	\$223,604
3	Apple	\$215,639
4	Exxon Mobil	\$205,004
5	McKesson	\$192,487
6	UnitedHealth Group	\$184,840
7	CVS Health	\$177,526
8	General Motors	\$166,380
9	AT&T	\$163,786
10	Ford Motor	\$151,800

Fuente: <http://fortune.com/fortune500/>

Las 10 empresas de tecnología más importantes del mundo 2013. De modo, que tomando como base la lista Fortune Global 500 (FG500) del 2013 vamos a mostrar las 10 empresas de tecnología más importantes del mundo (medidas por sus ingresos).

Para (Ramírez Urquidy, M; Mungaray Lagarda, A, 2007), - *Una hipótesis bien establecida dentro de la literatura económica sostiene que el capital humano formado a partir de la inversión en educación formal, del entrenamiento y de la experiencia en el trabajo, se asocia con mejores ingresos en el caso de los trabajadores, con mayor productividad y eficiencia en el caso de las empresas y con una mayor prosperidad en el caso de los países.* -

**PREMISA 6, IMCO: FORTALEZAS EN INNOVACION:** *Población en ciudades grandes.*

México se encuentra en la octava posición de este indicador debido a que cerca del 48% de su población vive en ciudades con más de 500 mil personas.

Lo anterior lo ubican 13 puntos porcentuales por arriba de la media de los 43 países analizados. *Exportaciones de alta tecnología.*

Debido a que el 16% de las exportaciones manufactureras de México son de alta tecnología, el país se ubica en la posición 17, ligeramente por arriba de la media (1.5 puntos porcentuales).

Sin embargo, preocupa que este valor se haya reducido a través del tiempo, al pasar de 22% en 2001 a 17% en 2011.

**PREMISA 7, EL EHOWENESPANOL:** Los profesionales de la tecnología de la información con productos y servicios para ofrecer a los clientes potenciales se benefician del uso del marketing estratégico para llegar a su mercado objetivo.

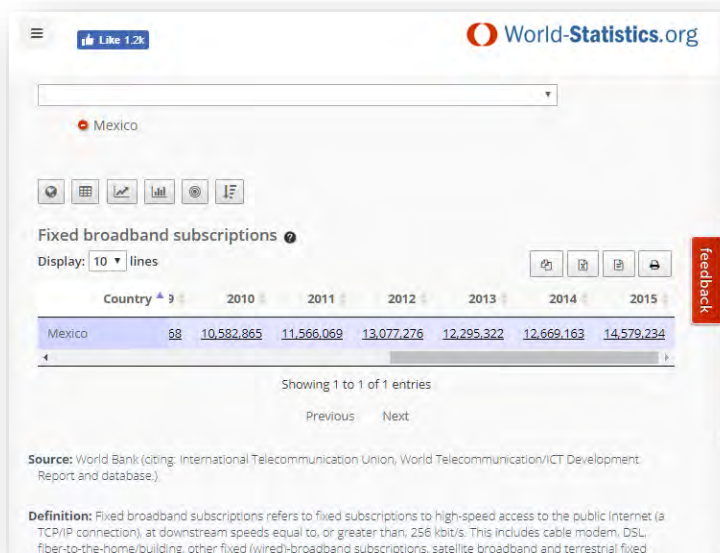
Una variedad de recursos están disponibles para estos profesionales para alcanzar sus objetivos de ventas. Las ferias comerciales, publicidad estratégica, papeles informativos estratégicos y pruebas gratuitas de productos son todos los componentes de una estrategia de marketing eficaz.

Según (López-Ruiz, O, 2007). - *La "inversión" de Schütz acabará siendo mucho más que un cambio conceptual dentro de la teoría económica.* -

**PREMISA 8, CONACYT:** *¿Cómo comercializar las nuevas tecnologías?* (S. Pérez, 2016).

La comercialización de la tecnología es un proceso que la comunidad académica y científica

Fig. 4: Estadísticas de indicadores globales



Fuente: <http://world-statistics.org/>

Fig. 5: La distribución global de Social Media



Fuente: <http://gs.statcounter.com/social-media-stats>

debe aprender desde la etapa estudiantil; pues no se trata solo de crear la tecnología sino de reconocer su potencial, su impacto social y la generación de estrategias de negocios efectivas para poder llevarlas al mercado.

Esta y otras reflexiones compartió en entrevista con la Agencia Informativa Conacyt la titular de la Oficina Certificada de Transferencia de Tecnología del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ, 2016), Claudia Ríos Álvarez.

**PREMISA 9, PROSOFT:** El PROSOFT es el programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación. Siendo un programa de la Secretaría de Economía, es una política pública que fomenta al sector de TI en México y la innovación en los sectores estratégicos.

La adopción de TI por parte de las empresas es una de las formas más rápidas de incrementar su productividad y de prepararse para innovar por su alto valor agregado.

En la actualidad donde diversos servicios necesarios en una sociedad del conocimiento se encuentran soportados de manera importante en las TI, es importante que nuestro país cuente con un sector de TI de clase mundial estrechamente integrado con los demás sectores económicos, para (García, B., 2001), - *la educación constituye el medio por el cual una nación es capaz de apropiarse o compartir los beneficios provenientes de los avances tecnológicos en el ámbito mundial* -

## RESULTADOS

El presente trabajo arranco con la idea de contestar la cuestión precedente, lo cual implica un análisis multifactorial de un proyecto. El valor agregado que aportan las empresas de TI en la economía mundial, no es ajena al estado de Colima, México, que de acuerdo al informe IMCO 2015 sobre TI, lo posiciona en lugar satisfactorio, propósito fundamental de la AIMSI, en relación con su objetivo del Cluster de TI, para nuestro estado. *¿Con que elementos se puede justificar un proyecto tanto técnica como financieramente, que puedan convencer a inversionistas, instituciones de crédito y al sector de la sociedad que recibiría el beneficio social del proyecto?*

El proyecto que se pretende evaluar denota como elemento central el capital humano en TI basado en las mejores prácticas de la industria, tal como lo indican los estudios y las premisas que entre otras cosas, nos dimos a la tarea de indagar estudios relacionados con los temas de factibilidad económica, financiera, costos, rentabilidad, y otros parámetros analizados, así como en estudios que determinan la relación PIB-educación en países en vías de desarrollo.

## CONCLUSIONES

Concluimos que el presente ejercicio ha cumplido con la encomienda de determinar mediante índices de rentabilidad y factibilidad, los cuales involucran por una parte:

1. La aplicación de metodologías probadas: las cuales aportan datos relevantes para la toma de decisiones en la evaluación de proyectos, para tener una visión de largo plazo y replantear los proyectos para gestionar el riesgo, reducir la incertidumbre y aumentar el índice de éxito.
2. La vital importancia de la inversión en el activo más valioso de las organizaciones, el capital humano.
3. El presente trabajo se sustenta en la raíz del problema, hipótesis, y marco teórico, el cual contempla el sustento de los principales factores a analizar por el investigador.

..

## TRABAJO FUTURO

La presente investigación, solamente ha analizado de manera parcial, la pertinencia de los proyectos basados en la industria de TI, y de cómo estos se pueden considerar factibles. No cabe duda que las aristas son en ocasiones multifactoriales, para determinar la viabilidad de dichos proyectos para entidades económicas de esta naturaleza, que tocan, como ya mencionamos antes, la triple hélice de Porter.

Recomendamos que en futuras investigaciones se analicen métricas no solo de inversión en la industria de TI, sino del impacto social y económico de las regiones en las que estas se asientan.

Aspectos de tipo social, académico, y político son también rubros importantes en los enfoques a analizar, de tal suerte que futuras investigaciones debieran completar la obra, dando luz a este octaedro de posibilidades en nuestro diario y actual vivir.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cosio Hurtado, J M; (2011).** Los proyectos y los planes de negocios. *Perspectivas*, () 23-45.
- Paucara Pinto, E; Andía Valencia, W; (2013).** Los planes de negocios y los proyectos de inversión: similitudes y diferencias. *Industrial Data*, 16() 80-84.
- Valencia, W A; (2011).** Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA). *Industrial Data*, 14() 15-18.
- Valencia Rodríguez, M; (2005).** El capital humano, otro activo de su empresa. *Entramado*, 1() 20-33.
- Ramírez Urquidy, M; Mungaray Lagarda, A; (2007).** Capital humano y productividad en microempresas. *Investigación Económica*, LXVI() 81-115.
- López-Ruiz, O; (2007).** Ethos empresarial: el "capital humano" como valor social. *Estudios Sociológicos*, XXV() 399-425.
- García, B; (2001).** Educación, capital humano y crecimiento. *Ciencia Ergo Sum*, 8().

## REFERENCIAS WEB

- IMCO, (2017)**, <http://imco.org.mx/home/>
- CLUSTER TI, (2017).** Colima, México, <http://clustertic.org/>
- AMITI, ORG., (2017)**, <http://amiti.org.mx/>
- AIMSI, A.C., (2017)**, <http://clustertic.org/aimsi-ac/>
- CONACYT., (2017)**, <https://www.conacyt.gob.mx/>
- FORBES, (2017)**, <https://www.forbes.com.mx/>
- UNAM, (2016)**, <https://www.unam.mx/>
- EHOWENESPANOL, (2017)**, [www.ehowenespanol.com/](http://www.ehowenespanol.com/)
- FORTUNE 500, (2017)**, <http://fortune.com/fortune500/>

## RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

- Fig. 1: Cluster de TI en estado de Colima, México., pág. 2
- Fig. 2: Métricas de competitividad en México, pág. 3
- Fig. 3: Impacto de la economía basada en TI, pág. 3
- Fig. 4: Estadísticas de indicadores globales, pág. 4
- Fig. 5: La distribución global de Social Media, pág. 4.

# SOFTWARE E-LEARNING BASADO EN LA NEUROSCOEDUCACIÓN PARA LA EVALUACIÓN CON ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE DE LA DINÁMICA

Dra. Hilda María Amenyro María Amenyro<sup>1</sup>, Lic. Miquelina Sánchez Pulido<sup>2</sup>,  
Ing. Enrique Acoltzi Bautista<sup>3</sup> y Dr. Alfonso Soto Sánchez<sup>4</sup>

**Resumen**—Los conceptos de la Mecánica Clásica que subyacen a la solución de los problemas de Ingeniería, son en general, poco abordados durante los cursos. En este trabajo se pone a prueba un software, basado en la Neurosicoeducación, con el que el estudiante tiene oportunidad de reforzar conceptos de Dinámica, ser evaluado, autoevaluarse, ser retroalimentado, y más aun, evaluar su potencial de aprendizaje. La Neurosicoeducación da cuenta de las substancias que se segregan durante las actividades de aprendizaje, concretamente neurotransmisores como Dopamina, Noradrenalina y Serotonina, cuya característica principal es la de cambiar los signos vitales del estudiante, al activar la sensación de logro y sentimiento de ser capaz. Los resultados de la aplicación del software se comparan con los de exámenes tradicionales; se registran las respuestas emocionales del estudiante, medidas a través de una encuesta de opinión y se monitorean posibles cambios en sus signos vitales con el sensor *Sonolife*.

**Palabras clave**—Neurosicoeducación, Aprendizaje, Dinámica, Constructivismo, Moodle.

## Introducción

Los efectos de la globalización, la celeridad de los cambios sociales, políticos y económicos, así como los avances en el conocimiento y el desarrollo científico, tecnológico e industrial, han provocado que la sociedad tienda cada vez más a fundarse en el conocimiento y la información<sup>1</sup>. Al respecto Lara<sup>2</sup> menciona que no es posible educar a las nuevas generaciones sin el uso de las tecnologías que los unen, y marcan como generación, por lo que las organizaciones educativas se ven en la necesidad de desarrollar profundas reformas en sus sistemas educativos, integrando recursos informáticos en su currículo.

Respecto al proceso de adaptación de la docencia al uso de los nuevos recursos informáticos, Andreone<sup>1</sup> propone a la plataforma educativa como el vehículo ideal para el desarrollo de las actividades de aprendizaje, ya que permite diseñar ambiente acordes con el estado del arte de las ciencias y las tecnologías contemporáneas, así como de los avances pedagógicos de punta, al permitir la creación de situaciones de aprendizaje centradas en el estudiante, que promuevan el autoaprendizaje, la construcción social de su conocimiento y el desarrollo de su pensamiento crítico y creativo mediante el trabajo cooperativo y el acceso directo a la información. Más aun, los hallazgos de Braga<sup>3</sup> referentes al uso de la plataforma Moodle en la enseñanza de la física, muestran que, dadas sus características, es una “extremadamente útil herramienta”, con un eficiente mecanismo en el proceso de memorización y absorción de conocimiento.

En el presente trabajo se aprovecha dicha característica de las TIC, para la enseñanza de la Dinámica, basada en la Neurodidáctica, con sus cualidades de promover el aprendizaje en el estudiante, al realizar tareas que le resultan placenteras, gracias a los neurotransmisores que se segregan, como Dopamina y Acetilcolina<sup>4,5</sup> y que a su vez promueven el aprendizaje.

Las preguntas que surgen al integrar los hallazgos de la Neurodidáctica y las TIC a la evaluación del aprendizaje de la Dinámica son:

### *Preguntas de investigación.*

¿Tienen las TIC, mayor efecto en la evaluación del aprendizaje de los conceptos de la Dinámica, que un examen con lápiz y papel, basado en Neurodidáctica?

<sup>1</sup> La Dra. Hilda María Amenyro María Amenyro es docente de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México, campus Apizaco. [ameneyro.hilda@gmail.com](mailto:ameneyro.hilda@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Lic. Miquelina Sánchez Pulido es docente de tiempo completo en el Departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México, campus Apizaco. [miqsanz@gmail.com](mailto:miqsanz@gmail.com)

<sup>3</sup> El Ing. Enrique Acoltzi Bautista es docente de tiempo completo del Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México, campus Apizaco [enriqueab01@hotmail.com](mailto:enriqueab01@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Alfonso Soto Sánchez es docente de tiempo completo en la licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Tlaxcala [sotoalf@hotmail.com](mailto:sotoalf@hotmail.com)

¿Tiene la Neurodidáctica mayor efecto, en la evaluación de los conceptos del aprendizaje de la Dinámica, que un examen tradicional?

Para responder a estas preguntas se plantearon los objetivos:

*Objetivo general.*

Proporcionar a los estudiantes del TecNM un espacio de trabajo en el que puedan evaluar su conocimiento de la Dinámica.

*Objetivos específicos.*

- Diseñar actividades, llamadas neuroexamen, para la evaluación, autoevaluación y retroalimentación de la Dinámica, con enfoque constructivista.
- Crear y poner a prueba un ambiente de evaluación interactivo, centrado en el estudiante, a través de Moodle, llamado neurosoftware, basado en la neurosicoeducación.

Para alcanzar dichos objetivos se formuló la hipótesis:

*Hipótesis.*

*Los estudiantes evaluados con el neuroexamen tendrán mejor desempeño, así como mejor actitud que los estudiantes evaluados con examen tradicional. Y a su vez, los estudiantes evaluados con el neurosoftware tendrán mejor desempeño y más emociones positivas, que los evaluados con el neuroexamen.*

## Marco Referencial

Los aspectos teóricos que subyacen al neurosoftware son las teorías de Andreone, Lara, Vigotsky y Ortiz<sup>1,2,6,7,8,9,10,11,12</sup>, cuyas principales características se detallan a continuación.

La raíz del modelo constructivista del aprendizaje son las teorías de Dewey, Bruner, Piaget y Vigotsky, entre otros; quienes ponen el énfasis principal en la actividad mental constructiva del alumno y en sus procesos de descubrimiento. Desde esta óptica, como señala Andreone<sup>1</sup>, el profesor es un mediador del proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal modo que el alumno sea capaz de llegar a descubrir conocimientos.

El aprendizaje por descubrimiento es una metodología de aprendizaje que fomenta la participación del alumno; esto es, el sujeto en vez de recibir los contenidos de forma pasiva, descubre los conceptos y sus relaciones y los reordena para adaptarlos a su esquema cognitivo. La enseñanza por descubrimiento coloca en primer plano el desarrollo de las destrezas del alumno y se basa principalmente en el método inductivo<sup>13</sup>.

El aprendizaje por descubrimiento, ahonda en la forma en que se adquieren conceptos o contenidos mediante un método activo, sin tener una información primaria acerca del contenido de aprendizaje<sup>13</sup>.

Las consecuencias del descubrimiento tienen un efecto novedoso en el alumno dado que implica una construcción a partir de sus conocimientos previos al enfrentarse a una situación de aprendizaje. Este efecto deriva de la posibilidad de conectar lo aprendido con lo que el alumno ya sabe, y de esa manera, establecer vínculos significativos con la nueva información, y con la eventualidad de aplicar esos conocimientos en nuevas situaciones<sup>13</sup>.

De acuerdo a Piaget<sup>14</sup>, durante la construcción del conocimiento, el sujeto construye conocimiento a través de un intercambio con su entorno. El fin es tratar de lograr un nivel cada vez mayor de equilibrio y estabilidad cognitiva; que el alumno pase por diferentes estados de conocimiento cada vez más estable, y de una adaptación al medio cada vez mayor, por lo que la actividad del sujeto es fundamental, la misión de la inteligencia simplemente es acumular, relacionar, clasifica, corregir, etc., las informaciones procedentes del exterior, las cuales serán más exactas cuanto más precisas sean las copias internas de los objetos externos.

El sujeto construye poco a poco una comprensión tanto de sus propias acciones como del mundo externo. Para conocer los objetos el sujeto tiene que actuar sobre ellos y transformarlos. El objeto es conocido por aproximaciones sucesivas, exige una elaboración por medio del sujeto.

Por otro lado, conocer los procesos neurológicos que intervienen en el aprendizaje, así como potenciar dichos procesos durante la adquisición y elaboración de conocimientos, forma parte de una disciplina naciente: la Neurodidáctica<sup>2,16,17,18</sup>, que conjunta las Ciencias Neurológicas con el aprendizaje, al dar cuenta de las substancias cerebrales que participan durante el aprendizaje. Esto es, al aprender, los circuitos del cerebro sufren cambios y segregan neurotransmisores, concretamente, dopamina y acetil colina, es así que el proceso de aprendizaje está



mediado por factores emocionales<sup>19</sup>, cuyo control se encuentra en regiones especializadas del cerebro, y por la acción conjunta del cerebro actuando como un todo organizado<sup>2</sup>. Uno de los aspectos más relevantes de esta nueva disciplina, es que es posible desarrollar capacidades cognitivas que promueven el aprendizaje, lo que se consigue conociendo los mecanismos cerebrales que intervienen en el aprendizaje<sup>20,21,22</sup>.

Stefan Brené<sup>23</sup> descubrió que la liberación de dopamina en el cerebro produce sensación de bienestar. Las neuronas que contienen dopamina se encuentran en varias zonas del cerebro: el hipotálamo, la sustancia negra, la corteza cerebral y el sistema límbico, y se concentra en áreas del cerebro contiguas a los lugares de mayor secreción de endorfina; de donde se deduce que si el desarrollo de las capacidades cognitivas y el del cerebro están inseparablemente ligados uno con otro, lo están también la didáctica y la neurología.

Cuando se resuelve bien una tarea propuesta, aumentan los niveles de dopamina y acetilcolina, cuyo incremento produce un sentimiento de felicidad, así como un cambio en su temperatura, ritmo cardiaco, y su presión sanguínea, con el cual el individuo, en cierta medida, se premia a sí mismo elevando su autoconfianza y motivación, y mejorando el aprendizaje y la toma de decisiones. La perspectiva de recibir una recompensa mejora el aprendizaje y la toma de decisiones. Así, la conjunción cerebral con las ciencias educativas implica desarrollar métodos de aprendizaje que tengan en cuenta la neurobiología del cerebro.

Cuando se le presentan al alumno propuestas desafiantes de obligado esfuerzo intelectual, en las que la formulación de preguntas es la que reina la actividad cerebral aumenta, y aumenta la cantidad de respuestas que se despliegan ante los estímulos percibidos; se activa la motivación, la reflexión y la autoestima<sup>23</sup>.

Con base en esto, Ortiz<sup>9,10,11</sup> propone un nuevo modelo pedagógico, el currículo basado en el funcionamiento del cerebro humano, el cual tiene en cuenta el rol de las neuronas en el aprendizaje y la creación de nuevas redes y circuitos básicos de comunicación neuronal.

Así, el nuevo modelo didáctico, concibe a la clase como una unidad neuropsicológica, en la cual se cumple una actividad de aprendizaje autónomo y auténtico cuyas etapas son: afectiva, instrumental y cognitiva, es decir, partiendo del sentimiento a la acción y de ahí al intelecto.

Según Ortiz<sup>10</sup>, es la cultura de la pregunta, no de la respuesta, la que estimula el aprendizaje autónomo. Por lo tanto, el docente no debe ofrecer respuestas ni soluciones a los estudiantes sino que debe hacer preguntas y sugerir alternativas. Las respuestas de los docentes deben ofrecerse en forma de interrogantes que movilicen el cerebro de sus estudiantes. El aprendizaje se puede interpretar como un proceso de formación y configuración de nuevas redes y circuitos neuronales.

### Diseño Experimental

Con el fin de probar la hipótesis propuesta se diseñó un estudio experimental, con alcance causal, multivariado, cuantitativo, con hipótesis de investigación de grupo control y experimental, con manipulación intencional de variables para la medición con control y validación<sup>24</sup>.

Las variables independientes fueron el neurocuestionario, el neurosoftware y un examen tradicional. Las variables dependientes fueron, el promedio del puntaje en el neurocuestionario, el neurosoftware y en el examen tradicional; además de la configuración afectiva con los indicadores: temperatura, ritmo cardiaco y presión sanguínea oxigenación de los sujetos, medidas con el sensor de signos vitales *Sonolife*.

El experimento se realizó con una población formada por el total de los estudiantes que se encontraban cursando la asignatura de Dinámica que se imparte en el Instituto Tecnológico de Apizaco. Para conformar la muestra se seleccionarán, al azar, 30 estudiantes de Ingeniería Civil.

Los instrumentos utilizados fueron: Un examen tradicional, hoja OP7, que genera motivación intrínseca, el neuroexamen y el neurosoftware.

El diseño del trabajo consta de dos fases: Realización del neuroexamen para lápiz y papel, y realización del neurosoftware en Moodle.

Tomando como base los criterios de la configuración afectiva, se realizó un estudio experimental, de dos grupos, correlacional, multivariado, cuantitativo con un componente cualitativo, de la forma que se muestra en la figura 1.

X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
X <sub>2</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>

Figura 1. Diseño de la investigación, donde O<sub>1</sub> representa la clase tradicional; O<sub>2</sub> representa la hoja OP; O<sub>3</sub> representa la neuroclase en lápiz y papel elaborada con base en las sugerencias de Ortiz y los criterios de mediación de Vigotsky; O<sub>4</sub> representa el neurosoftware *Dinacon* elaborado con base en las sugerencias de Lara, Ortiz y los criterios de mediación de Vigotsky.

De acuerdo a la Neurodidáctica, se parte de la relación emoción-cognición, que ya ha sido suficientemente estudiada, concretamente, a través de la mediación del sentimiento de logro.

El neurosoftware en Moodle contiene preguntas en forma aleatoria o “barajadas”; también contiene baterías de preguntas “barajadas”, de acuerdo a las características del concepto abordado, como se muestra en la figura 2.

Con el fin de fundamentar el diseño del neurosoftware se consideraron los aspectos propuestos por Lara<sup>2</sup>: Está basado en técnicas constructivistas; contiene imágenes y poco texto; con más actividades que lecturas; el estudiante puede navegar de una unidad a otra sin candados, participa activamente al responder a preguntas elaboradas apuntando a razonamiento inductivo y que el estudiante descubra los conceptos, es mediada continuamente su sensación de logro, recibe una respuesta inmediata a sus acciones y le proporciona conciencia de sus logros; contiene un foro de discusión para que el estudiante pueda aprender y ayudar a compañeros.

Tanto el neuroexamen como el neurosoftware contienen preguntas de falso verdadero, opción múltiple, selección múltiple, correlación, respuesta breve, complemento, canevá, jerarquización, ordenamiento y elección de elementos de un listado.

De acuerdo al diseño de la investigación, se aplicaron los diferentes instrumentos y al mismo tiempo se detectaron en 12 momentos, con el sensor de signos *Snolife*, los signos vitales de los sujetos. La figura 2 muestra a una estudiante realizando el neuroexamen.

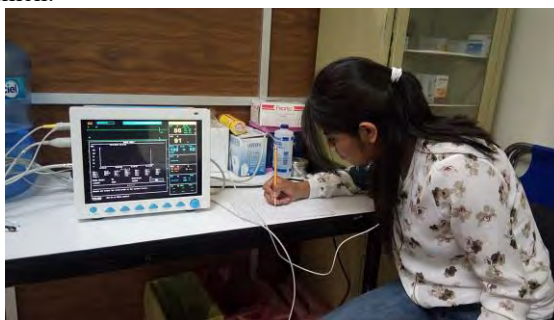


Figura 2. Monitoreo de signos vitales de una estudiante al resolver el neuroexamen

### Resultados

#### Desempeño académico

En la figura 3 se muestra el porcentaje de estudiantes que resolvieron con éxito cada tipo de examen:

Examen tradicional (%)	Neuroexamen (%)	Neurosoftware (%)
4.4	55.6	99%

Figura 3. Porcentaje del puntaje obtenido con examen tradicional, neuroexamen y neurosoftware

#### Cambios en signos vitales

En la tabla de la figura 4 se muestran los promedios de las variaciones en la presión como en la frecuencia cardíaca, tomadas con el sensor de signos vitales *Sonolife*, durante la ejecución de los diferentes tipos de examen.

Tipo de actividad/Signo vital	Presión diastólica	Presión sistólica	Frecuencia cardíaca
En reposo			
Examen tradicional			
Hoja OP7			
Neuroexamen			
Neurosoftware			

Figura 4. Tabla que muestra una comparación entre variaciones en la presión arterial y frecuencia cardíaca durante diferentes instrumentos

Como lo indica la figura 4, la variación de las presiones diastólica y sistólica, así como la frecuencia cardíaca cuando el sujeto está en reposo. Durante la realización del examen tradicional puede observarse una tendencia de

aumento en la presión sistólica, así como una disminución en la frecuencia cardíaca. Durante la ejecución de la hoja OP7 se observa aumento en la presión diastólica y disminución tanto en la presión sistólica como en la frecuencia cardíaca durante la ejecución de la tarea. Puede observarse también que el neuroexamen generó más variaciones en la presión diastólica, así como en la frecuencia cardíaca, que el neurosoftware, más aun, la gráfica del neurosoftware es similar a la gráfica del sujeto en reposo.

El comportamiento de los signos vitales durante la ejecución de los diferentes instrumentos permiten inferir que hubo mayor secreción de sustancias durante la realización del neuroexamen que durante la realización del examen tradicional y a su vez, contrariamente a lo esperado, hubo más secreción de sustancias durante la ejecución del neuroexamen que durante la ejecución del neurosoftware.

#### *Encuesta de opinión*

Los resultados en la encuesta de opinión, tanto para el neuroexamen como para el neurosoftware, muestran que el 95% de los sujetos están de acuerdo en que unas preguntas del neuroexamen les ayudaron a responder otras. El 100% de los sujetos están de acuerdo en que tanto con el neuroexamen como con el neurosoftware aprendieron o reforzaron conceptos y que responder a las preguntas tanto del neuroexamen como del neurosoftware, fue tan divertido como resolver la hoja OP.

Por otro lado algunos comentarios de los alumnos, durante la encuesta de opinión, son:

*Las preguntas están relacionadas lo que me permitió comprender mejor y de manera fácil el concepto. Considero que esta forma de examen no sólo evalúa, sino además ayuda a reforzar el conocimiento, por lo que considero que es un excelente examen, no tenía hasta hoy la oportunidad de contestar un examen tan interesante como el presente.*

*Por mi parte, siento que me faltó analizar el todo del instrumento para un mejor aprendizaje del contenido del mismo. En caso de haber optado por otra opción en la primer pregunta, las siguientes preguntas retroalimentan para reflexionar y en dado caso cambiar la opción en la primer pregunta.*

*No tenía conocimientos actualizados pero lo inferí con lo que leí de todas las preguntas.*

*El cuestionario tiende a dar pistas para contestar las preguntas, se relacionan y permiten intuir el resultado.*

### **Conclusiones**

En esta investigación se desarrolló y puso a prueba un ambiente de evaluación de la asignatura de Dinámica basado en la conjunción de tres ciencias: la Neurología, la psicología y las ciencias de la educación. Los resultados muestran que es viable hacer una evaluación dinámica de los conceptos, es decir la misma evaluación permitió adquirir o reforzar conocimientos; conocer el grado en que aun existen concepciones en el estudiante; y conocer el potencial de aprendizaje de los estudiantes. Permite por otro lado, conocer hasta qué grado es más aceptado con respecto a la evaluación en forma escrita.

Ya que la Neurosicoeducación se enfoca principalmente a la forma en cómo aprende el cerebro, conjuntando emoción y cognición, los estudiantes pudieron tener refuerzos inmediatos a la evaluación, con el fin de activar la liberación de neurotransmisores y así promover el aprendizaje, lo que dio como resultado no sólo la evaluación de los conocimientos, sino también que el alumno creyera en sí mismo y desarrollara su autoestima al mediar su sensación de logro y sentimiento de ser capaz.

### **Referencias**

- <sup>1</sup>Andreone, A. y Bollo, D. *Plataformas educativas en Internet. Condicionantes tecnológico-culturales* (2009).
- <sup>2</sup>Lara, A. *Un modelo de enseñanza neuropedagógico de las Leyes de Newton para la Net Gen*. Latin American Journal of Physics Teachers 5/2 , 526-536 Junio de 2011. Consultado el 3 de Agosto de 2013.
- <sup>3</sup>Braga, F.L. et al. *Moodle and Physics Learning: A good experience with High School students*. LAJPE. 8 3403.
- <sup>4</sup>Llarena, M. *¿Por qué es necesario que el docente conozca conceptos básicos de neurosicoeducación para mejorar el aprendizaje en el aula?* <http://www.asociacioneducar.com/monografias-docente-neurociencias/monografia-neurociencias-myriam.llarena.pdf>. Consultado el 18 de Mayo de 2016.
- <sup>5</sup>Liuti, A. *Neurotransmisores*. <http://www.asociacioneducar.com/monografias-docente-neurociencias/monografia-neurociencias-alexis.liuti.pdf>. Consultado el 18 de Mayo de 2016.
- <sup>6</sup>Vigotsky, L. S. *Pensamiento y Lenguaje: Teorías del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba (1981).
- <sup>7</sup>Ortiz, A. *Cerebro, currículo y mente humana*. Ediciones Litoral: Málaga (2009).
- <sup>8</sup>Ortiz, A. *Aprendizaje y Comportamiento basados en el funcionamiento del cerebro humano: Emociones, Procesos Cognitivos, Pensamiento e Inteligencia*. Ediciones Litoral. Barranquilla. Colombia (2009).

- <sup>9</sup>Ortiz, A. *Currículo y Evaluación. Fundamentación científica de la línea de investigación del Doctorado en Ciencias de la Educación*. Universidad del Magdalena. Santa Marta. Colombia (2009).
- <sup>10</sup>Ortiz, A. *Didáctica problematizadora y aprendizaje basado en problemas*. Ediciones Litoral. Barranquilla. Colombia (2009).
- <sup>11</sup>Ortiz, A. *Manual para elaborar el modelo pedagógico de la institución educativa. ¿Cuáles son las teorías del aprendizaje y los modelos pedagógicos que han proliferado en la historia de la educación?* Editorial Antillas. Barranquilla Colombia (2009).
- <sup>12</sup>Ortiz, A. *Psicología Configurante y Pedagogía Configuracional: Cerebro y Currículo*. Editorial Antillas. Barranquilla Colombia (2009).
- <sup>13</sup>Ruiz, C. *Neurociencia y Educación*.  
<http://www.revistaparadigma.org.ve/doc/paradigma96/doc4.htm>. Consultado el 4 de Agosto de 2013.
- <sup>14</sup>Kitchener, R. *Piaget's theory of knowledge*. New Haven: Yale University Press (1986).
- <sup>15</sup>Servera, M.  
[http://www.sectormatematica.cl/articulos/ens\\_pensar.pdf](http://www.sectormatematica.cl/articulos/ens_pensar.pdf). Consultado el 19 de febrero de 2014.
- <sup>16</sup>Jiménez, C. *Neuropedagogía*. Bogotá Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio (2007).
- <sup>17</sup>Pizarro, B. *Neuropedagogía*.  
<http://neuropedagogia.blogspot.com>. Consultado el 25 de Julio de 2010.
- <sup>18</sup>Díaz, H. *Palabras en la Ceremonia de graduación del Diplomado de Neuropedagogía*.  
<http://www.asociacioneducativa.net/files/discudiplomado.pdf>. Consultado el 10 de Noviembre de 2020.
- <sup>19</sup>Arleco. *Neurociencia y educación: El placer de aprender relacionando experiencias*.  
<http://www.eliceo.com/destacados/neurociencia-y-educacion-el-placer-de-aprender-relacionando-experiencias.html>. Consultado el 6 de Octubre de 2011
- <sup>20</sup>Campos, A. *Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano*. La educ@ción, revista digital, no. 143, junio de 2010.
- <sup>21</sup>Cuesta, J. *Neurodidáctica y estimulación del potencial innovador para la competitividad en el tercer milenio*. *Revista Educación y Desarrollo Social*, Vol 3/2, 28-35. [http://www.umng.edu.co/www/resources/RevistaEDUCACION2009-28\\_Neurodidactica.pdf](http://www.umng.edu.co/www/resources/RevistaEDUCACION2009-28_Neurodidactica.pdf). Consultado el 21 de Octubre de 2010.
- <sup>22</sup>Iglesias, A. *Neuropedagogía*. Salamanca, España: Universa Terra Ediciones (2008).
- <sup>23</sup>Brené S. *Dopamina*.  
<http://rojointenso.net/mybb/showthread.php?tid=8407>. Consultado el 6 de Octubre de 2015.
- <sup>24</sup>Hernández, R. *et al, Metodología de la Investigación*. Mc GrawHill, México (2010).
- <sup>25</sup>Feuerstein, R. H. *Programa de Enriquecimiento Instrumental*. Apoyo Didáctico. Wizo - Canadá - Research Institute Jerusalem. Universidad Diego Portales (1998).
- <sup>26</sup>Fernández, J., *Neurociencias y enseñanza de la matemática*, *Revista Iberoamericana de Educación* 51/3,  
<http://www.rieoci.org/expe/3128FdezBravo.pdf>. Consultado el 3 de Junio de 2010.

### Notas Biográficas

La **Dra. Hilda María Amenyro** es docente en el Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Apizaco. Tiene Maestría en Educación Superior por la UAT y Doctorado en Física Educativa por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN. Ha publicado diversos artículos y presentado ponencias nacionales e internacionales, bajo la línea de Desarrollo Cognitivo. Actualmente desarrolla investigación en la línea de la Psiconeurodidáctica.

La **Lic. Miquelina Sánchez Pulido** es docente de tiempo completo en el Departamento de Sistemas y Computación. Realizó sus estudios de licenciatura en el Instituto Tecnológico de Apizaco.

El **Ing. Enrique Acoltzi Bautista** realizó sus estudios de Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico de Apizaco. Actualmente es docente y jefe del Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Apizaco.

El **Dr. Alfonso Soto Sánchez** es profesor de tiempo completo en la Licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Realizó sus estudios de Doctorado en el *Colegio de Posgraduados, Campus Montesillo Municipio de Texcoco, Estado de México*. Ha realizado investigación en el área de nutrición de rumiantes. Es miembro del Cuerpo Académico Producción Pecuaria Sustentable (CAPPS), Con categoría de Cuerpo en Consolidación, cuenta con perfil deseable de PRODEP. Ha impartido cursos de capacitación a productores de zonas marginadas. Ha trabajado como clínico de campo en establos lecheros y granjas porcinas y como asesor de producción en *Banrural*. Ha impartido cursos sobre Nutrición, Producción y Manejo de Forrajes, Zootecnia de Ovinos y Caprinos, Producción Ovina y Caprina.

## Identificación de billetes mexicanos en dispositivos móviles

J. Mariche-Catana<sup>1</sup>, Dr. JA. Montero-Valverde<sup>2</sup>, Dra. M. Martínez-Arroyo<sup>3</sup>, MTI. JM. Hernández-Bravo<sup>4</sup>

**Resumen**—En este trabajo se presenta el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles basados en el sistema operativo Android, la cual permite la identificación y contabilización de billetes mexicanos. Esta herramienta es útil sobre todo para personas con problemas visuales. El sistema desarrollado permite el reconocimiento de billetes utilizando la cámara integrada en el dispositivo móvil, y presenta robustez ante escalado, traslación, rotación, variaciones luminosas y oclusión parcial. La identificación se indica a través del altavoz del dispositivo y en lenguaje nativo. La aplicación se basa en técnicas y algoritmos de visión artificial y presenta actualmente un porcentaje de reconocimiento del 94%, lo cual consideramos por el momento satisfactorio. Sin embargo, se continuará trabajando para que opere en cualquier equipo móvil bajo plataforma Android y a la vez incrementar la confiabilidad de reconocimiento.

**Palabras clave**— reconocimiento de patrones, visión artificial, plataforma Android, procesamiento de imágenes, dispositivos móviles.

### Introducción

De acuerdo con el INEGI, la segunda discapacidad en el país es la visual, la primera es la motriz. En el año 2010 de los 112, 336, 538 habitantes contabilizados en la República Mexicana 4, 527,784 padecían algún tipo de discapacidad, de estas 1, 292,201 son de tipo visual (INEGI, 2011). Las estadísticas relacionadas con esta discapacidad indican que el 48.8% de personas con discapacidad visual son mayores de 60 años de edad, el 33% tienen edades que oscilan entre 39 y 50 años, y el 17.2% son menores de 30 años.

La discapacidad visual es una limitante para muchas personas, afectando su calidad de vida en tareas cotidianas básicas tales como reconocer el valor de un billete. Generalmente, una persona con problema visual utiliza el tacto, apoyándose de las diferentes marcas y texturas que presentan los billetes mexicanos con el fin de identificarlo. Para personas con poca experiencia en este análisis, así como aquellas que han perdido totalmente la vista, esta tarea puede resultar muy complicada. Con el fin de apoyar la realización de esta tarea en personas con este padecimiento, en varios países se han desarrollado aplicaciones para dispositivos móviles que permitan reconocer el papel moneda local. Uno de estos primeros trabajos fue el realizado en 2011 por Toytman *et al* (Toytman, 2011), quienes utilizaron la técnica de SURF (Bay, 2004) para la identificación de dólares americanos en dispositivos móviles con plataforma Android. Los resultados reportados indican robustez ante diferentes condiciones de iluminación, rotación y escalamiento, así como tolerancia ante oclusión parcial. Por su parte, en el año 2014 Singh *et al* (Singh, 2014), desarrollaron una aplicación para reconocer los billetes de papel de la rupia India. La aplicación se ejecuta en un dispositivo *smartphone* sin necesidad de un servidor remoto. El trabajo de Singh realiza una comparación de los algoritmos SIFT (Lowe, 1991), SURF, ORB-FREAK aplicados en el reconocimiento, concluyendo que el que ofrece mejores resultados para dispositivos móviles es ORB-FREAK.

En este contexto, Moretti y otros desarrollaron una aplicación para dispositivos móviles para identificar billetes de denominación argentina tolerante a rotación, escalado, condiciones luminosas y oclusión parcial (Moretti, 2015). Para este fin utilizaron la combinación de técnicas básicas de visión tales como *feature detection*, *descriptors matching* y *homography*. En el año 2015 un grupo de estudiantes del Departamento de Informática de la

---

<sup>1</sup> Mariche-Catana es alumno de la carrera de ISC del I. T. de Acapulco.

<sup>2</sup> Montero-Valverde es profesor adscrito al Departamento de Sistemas y Computación del I.T. de Acapulco [jamontero@it-acapulco.edu.mx](mailto:jamontero@it-acapulco.edu.mx).

<sup>3</sup> Martínez-Arroyo es profesora adscrita al Depto. de Sistemas y Computación del I. T. de Acapulco.

<sup>4</sup> Hernández-Bravo es profesor adscrito al Depto. de Sistemas y Computación del I. T. de Acapulco.

Universidad Santa María (Chile), crearon Money\$caner, la primera aplicación móvil para reconocer billetes y monedas de denominación chilena (González et al, 2015).

Sin embargo, en México aún no se cuenta con una aplicación para dispositivos móviles que permita la identificación del billete mexicano en sus distintas denominaciones. Por lo tanto, consideramos que el desarrollo de esta aplicación resulta de gran utilidad. La aplicación desarrollada se basa en métodos y algoritmos de uso común en visión artificial. A continuación se describen las etapas que integran este trabajo así como un reporte de los resultados obtenidos hasta el momento.

### Descripción del Método

La metodología aplicada en este trabajo se muestra en la figura 1. El proceso consiste básicamente en una tarea de reconocimiento de patrones basado en el algoritmo ORB<sup>5</sup> (Ethan, 2011) por ser un método eficiente que funciona de forma confiable con recursos limitados (hardware de una aplicación móvil). Las etapas que integran el proceso de reconocimiento son las siguientes:

1. Adquisición de la imagen.
2. Pre procesamiento de la imagen.
3. Extracción de características.
4. Reconocimiento del billete.
5. Notificación audible del resultado.

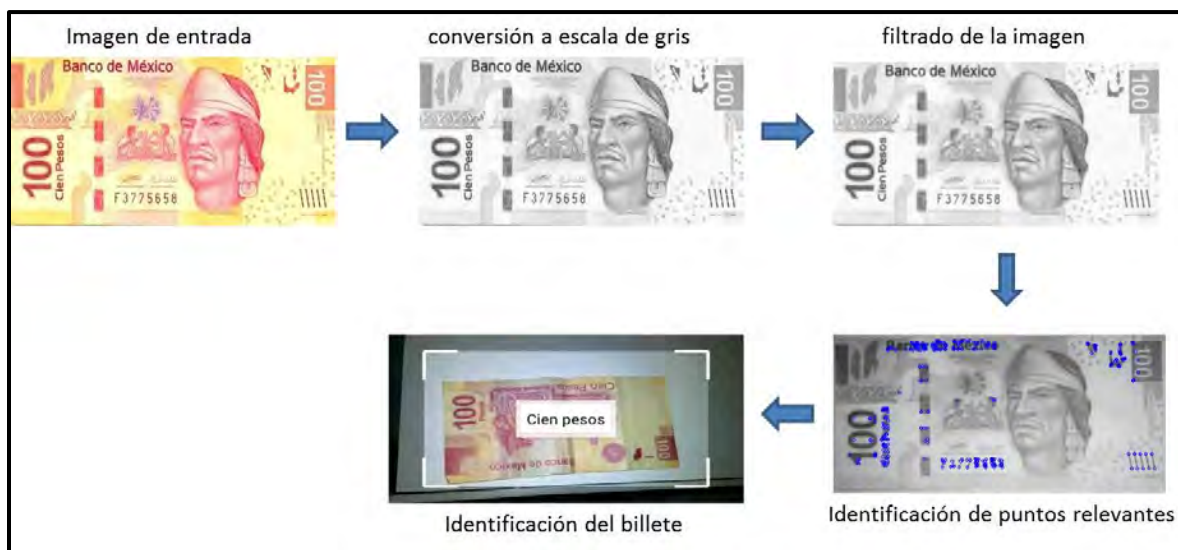


Figura 1. Etapas que integran la metodología aplicada en este trabajo para realizar la identificación de billetes Mexicanos.

Una breve descripción de estas etapas se ofrece a continuación:

**Adquisición de la imagen.** Las imágenes de los billetes son captadas a través de la cámara digital integrada en el dispositivo móvil. La cámara debe estar a una distancia corta del billete, generalmente menor a 30 cms. Las imágenes obtenidas son transformadas a escala de grises (ver figura 1) con fines de costo computacional.

<sup>5</sup> Oriented FAST and Rotate BRIEF.

**Pre procesamiento de la imagen.** Generalmente y debido a las condiciones propias de la iluminación y características de la cámara, a la imagen en escala de grises se le aplica un proceso de filtrado con el fin de generar una imagen donde se resalten algunos atributos (marcas, líneas) (ver Figura 1). En este trabajo el filtro que ofreció mejores resultados fue el Gaussiano con una máscara de 3x3 y desviación estándar de 2.

**Extracción de características (identificación de patrones).** Las características que se van a utilizar en este trabajo para el reconocimiento de los billetes son los datos impresos en las esquinas orientadas. Es decir, se van a detectar las esquinas y su orientación, lo cual va a permitir el reconocimiento de aspectos como números y puntos clave (marcas) de distinción de cada billete. Estos datos deben ser robustos ante condiciones de escalamiento, rotación y traslación. Para este fin se va a utilizar el algoritmo ORB, el cual a su vez, se va a encargar de analizar la imagen en busca de información para establecer propiedades que permitan posteriormente la identificación del billete (ver Figura 2). Este algoritmo se basa a su vez en las técnicas FAST<sup>6</sup> (Rosten, 2006)<sup>7</sup> y BRIEF<sup>8</sup> (Calonder, 2010), las cuales ubican y marcan las esquinas encontradas dentro de una imagen (ver Figura 2). El proceso de extracción de características se realiza en dos etapas: 1) Extracción de características en imágenes de muestra, donde los puntos de interés son extraídos y guardados en matrices (plantillas) para cada billete, y 2) Extracción de características de la matriz, donde de la matriz anterior se extraen los puntos de interés y se guardan en una segunda matriz la cual se modifica con cada imagen de muestra analizada.



Figura 2. Puntos clave identificados con el algoritmo ORB en un billete de \$100.

**Identificación del billete.** Esta etapa consiste en llevar a cabo una comparación entre las características previamente almacenadas (plantillas) y extraídas a través de las imágenes de muestra con las características extraídas de las imágenes de entrada. El propósito consiste en encontrar las coincidencias entre un conjunto de plantillas previamente almacenadas contra una plantilla de recién ingreso buscando la mayor coincidencia. Para llevar a cabo esta tarea se emplea un algoritmo de fuerza bruta basado en la distancia de Hamming (Myers, 1999). El resultado de la comparación es un conjunto de valores que indican las distancias máximas y mínimas del grado de coincidencia. En este caso se busca la distancia mínima la cual indica una mayor coincidencia entre dos plantillas. Asimismo, esta distancia se compara con un valor o umbral de “confianza” que se estableció por experimentación en 30. En este sentido, si el valor obtenido es menor al umbral, entonces la semejanza es aceptada. Después de realizar el proceso de comparación de los descriptores de los puntos clave de las imágenes y haber identificado que existen semejanzas entre alguna de las imágenes de plantillas almacenadas y la de entrada, es necesario realizar el cálculo de homografía para determinar si efectivamente se puede identificar de manera confiable un billete. La homografía

<sup>6</sup> Functional Analysis Systems Technique.

<sup>7</sup> Binary Robust Independent Elementary Features.

<sup>8</sup> Un descriptor BRIEF está formado por una cadena de bits la cual se genera como resultado de un conjunto de test binarios muy simples calculados a partir de una imagen.

es una transformación geométrica 3D que consiste básicamente en alinear (o llegar lo más cerca posible a alinear) la imagen 2D de una plantilla con la imagen 2D del billete de entrada. Este proceso se calcula en función de los puntos de interés entre la plantilla y la imagen de entrada (ver Figura 3). Las operaciones geométricas básicas que se realizan en la homografía son: Rotación, translación y afinidad (Muhamad, 2015).

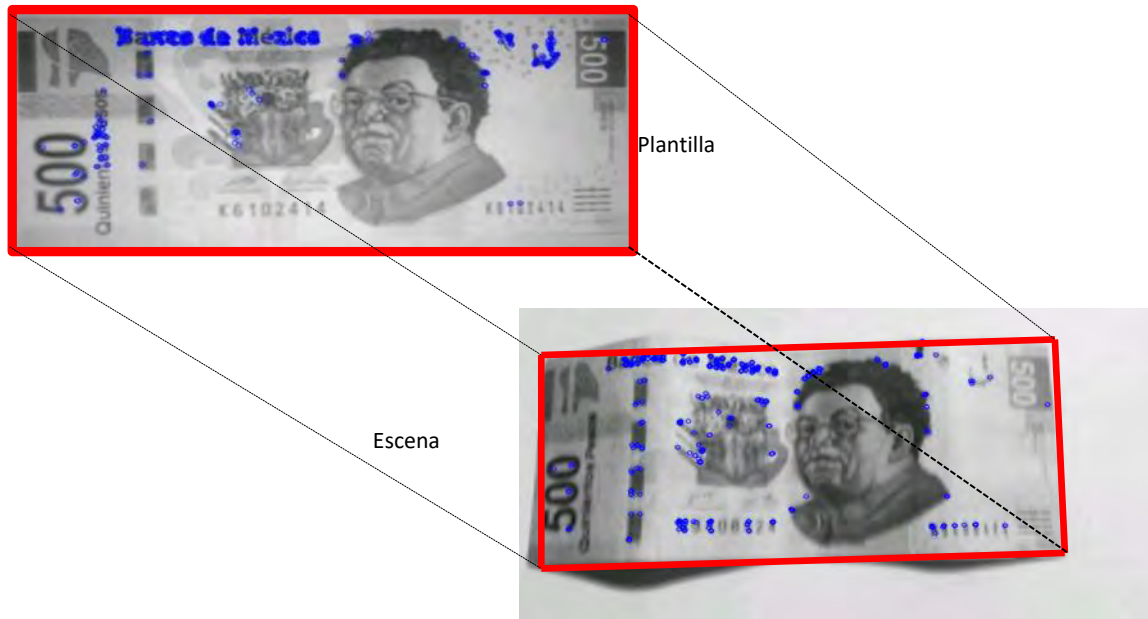


Figura 3. Homografía en un billete de \$500.

Al aplicar la homografía lo que se busca es encontrar las 4 esquinas del billete de la plantilla para formar un rectángulo, se toman la posición de esas 4 esquinas y se trata de localizar 4 esquinas dentro de los puntos de interés identificados en el billete de entrada (ver Figura 3). Una vez que se llevó a cabo el cálculo de la homografía y se lograron alinear las 4 esquinas de la plantilla con la imagen de entrada se considera que el proceso de identificación está completo (ver Figura 4). En el caso de que al llevar a cabo el cálculo de la homografía no se logren alinear las esquinas, se considera que no hay suficientes semejanzas entre los puntos clave identificados en las imágenes, por lo tanto no se identifica ningún billete.

Una vez que el valor del billete ha sido identificado, el valor se notifica utilizando dos métodos: 1) Mensaje en pantalla: Se muestra un mensaje en pantalla con un texto con el valor del billete identificado (ver Figura 4), y 2) Notificación de voz: El valor del billete identificado se notifica usando la función *Text to Speech* (Texto a voz) de Android.



Figura 4. Billete de \$20 identificado.



## Resultados

Se realizaron pruebas al sistema para determinar el tiempo promedio que tarda el sistema en reconocer billetes de diferentes nominaciones (\$20, \$50, \$100, \$200, \$500). Las pruebas se hicieron bajo diferentes condiciones de iluminación y colocando los billetes en diferentes posiciones y distancias (ver Figura 5), el tiempo promedio para el reconocimiento fue de aproximadamente 0.87 segundos para cada billete, lo cual consideramos es un tiempo razonable para dar una respuesta. En la Tabla 1 se muestra una matriz de confusión con los resultados de las pruebas realizadas. Se realizaron un total de 120 pruebas, 20 para cada billete, 10 por cada cara. El porcentaje de reconocimiento bajo estas condiciones es de 94%.



Figura 5. Aspectos considerados en el reconocimiento de un billete: anverso, reverso, orientación.

## Conclusión

Los resultados obtenidos por el momento indican un reconocimiento del 94% bajo diferentes condiciones de iluminación, es tolerante a oclusión parcial, escalado y rotación. Aunque al momento de reportar estos resultados su implementación está limitada a los equipos donde se hicieron las pruebas, la intención es continuar trabajando para que esta aplicación funcione en diferentes dispositivos móviles y diferentes versiones del sistema Android.

Tabla 1. Matriz de confusión mostrando el porcentaje de reconocimiento de billetes mexicanos.

Nominación de papel moneda nacional	\$20	\$50	\$100	\$200	\$500	\$1000
\$20	<b>20</b>	0	0	0	0	0
\$50	0	<b>19</b>	0	1	0	0
\$100	0	0	<b>18</b>	0	1	1
\$200	0	0	1	<b>19</b>	0	0
\$500	0	0	0	1	<b>19</b>	0
\$1000	0	0	1	0	1	<b>18</b>

## Referencias

- INEGI, 2011. *Salud, discapacidad y seguridad social*. Información consultada el 18 de Septiembre de 2016 en el enlace de INEGI: <http://www.inegi.org.mx>.
- Toytman, 2011. Toytman, I., and Thambidurai, J. *Banknote recognition on Android platform*. Stanford University, Department of Electrical Engineering, Stanford, 2011.
- Singh, 2014. S. Singh, S. Choudury, K. Vishal and C. Kawahar. Currency Recognition on Mobile Phones. ICPR'14 Proceedings of the 2014 22<sup>nd</sup> International Conference of Pattern Recognition, pp. 2662-2666, August, 2014.
- Moretti, 2015. Moreti, I., Jorge, J., Amado, J., Puntillo, D., & Caniglia, C. *Software libre de Reconocimiento de billetes para personas en situación de discapacidad visual*. Cordoba: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2015.
- González, 2015. C. González. *Desarrollan aplicación que reconoce billetes y monedas para personas con discapacidad visual*. Consultado en Internet el 10 de Agosto del 2016 en el enlace: <https://cl.universianews.net/2015/07/07/desarrollan-aplicacion-que-reconoce-billetes-y-monedas-para-personas-con-discapacidad-visual/>
- Ethan, 2011. Rublee, Ethan; Rabaud, Vincent; Konolige, Kurt; Bradski, Gary. ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF. *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2011.
- Lowe, 1991. Lowe, D.G., "Object recognition from local scale-invariant features," *Computer Vision*, 1999. The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on , vol.2, no., pp.1150,1157 vol.2, 1999 doi: 10.1109/ICCV.1999.790410.
- Calonder, 2010. M. Calonder, V. Lepetit, C. Strecha, and P. Fua. BRIEF: Binary Robust Independent Elementary Features, *Lecture Notes in Computer Science, ECCV*, 2010.
- Myers, 1999. G. Myers. A fast bit-vector algorithm for approximate string matching based on dynamic programming. *J. ACM*, 46(3), pp. 395-415, 1999.
- Bay, 2005. Herbert Bay, T. Tuytelaars, and L. V. Gool. SURF: Speeded Up Robust Features. *IJCV*, Vol. 65, pp. 1-14, 2005.